

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-167253

(43)Date of publication of application : 13.06.2003

(51)Int.Cl.

G02F 1/1337

G02F 1/1335

G02F 1/1368

(21)Application number : 2002-081048

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 22.03.2002

(72)Inventor : OGISHIMA KIYOSHI  
KUBO MASUMI

(30)Priority

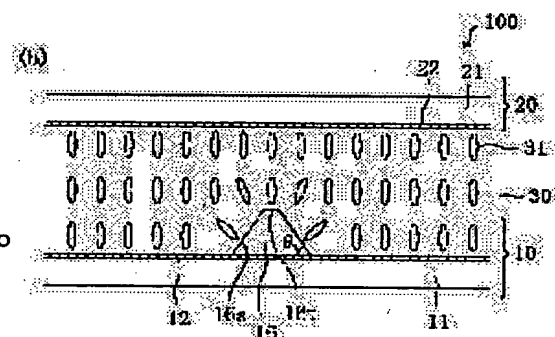
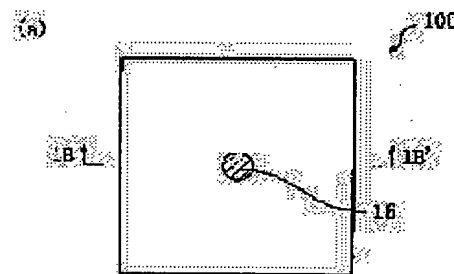
Priority number : 2001112705 Priority date : 11.04.2001 Priority country : JP  
2001285593 19.09.2001 JP

## (54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a liquid crystal display device which has a wide viewing angle characteristic and high display quality.

**SOLUTION:** The liquid crystal display device includes a vertical alignment type liquid crystal layer 30 between a first substrate 10 and a second substrate 20. A picture element region is defined by the first electrode 12 of the first substrate 10 and a second electrode 22 provided at the side of the liquid crystal layer 30 of the second substrate 20. The first substrate 10 has at least one first protrusion 16 with an inclined side face at the side of the liquid crystal layer 30 corresponding to each of a plurality of the picture element regions. Each liquid crystal layer 30 of the plurality of the picture element regions is in a substantially vertical alignment state under application of no voltage, and includes at least a part of a first liquid crystal domain placed in a radially-inclined alignment state around the first protrusion 16 under voltage application. Display is carried out by changing the alignment state of the liquid crystal layer 30 according to an applied voltage.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

28.07.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

\* NOTICES \*

JPO and NCIP1 are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] With the 1st electrode which has the liquid crystal layer prepared between the 1st substrate, the 2nd substrate, and said 1st substrate and said 2nd substrate, and was prepared in said liquid crystal layer side of said 1st substrate, and the 2nd electrode prepared in said liquid crystal layer side of said 2nd substrate. It has two or more picture element fields where each is specified. Said 1st substrate corresponding to each of two or more of said picture element fields, it has 1st at least one heights which have the sloping side face in said liquid crystal layer side. Said two or more picture element fields, respectively said inner liquid crystal layer. In electrical-potential-difference the condition of not impressing, take a perpendicular orientation condition substantially and it sets in the electrical-potential-difference impression condition. The liquid crystal display which displays when the orientation condition of said liquid crystal layer changes according to the impressed electrical potential difference including a part of 1st liquid crystal domain [ at least ] which takes the radial inclination orientation condition centering on said 1st at least one heights.

[Claim 2] Said 1st at least one heights are liquid crystal displays of two or more of said picture element fields according to claim 1 currently formed inside, respectively.

[Claim 3] Said 1st at least one heights are liquid crystal displays according to claim 2 which are two or more 1st heights and include two or more 1st liquid crystal domains of two or more picture element fields where, as for an inner liquid crystal layer, each takes a radial inclination orientation condition in an electrical-potential-difference impression condition, respectively.

[Claim 4] It is the liquid crystal display according to claim 2 or 3 with which said 1st electrode has 1st at least one opening, and said 1st at least one heights are formed in said at least one 1st opening circles.

[Claim 5] Said inner liquid crystal layer is set in the electrical-potential-difference impression condition, respectively. 2nd at least one heights which said two or more picture element fields boil said 2nd substrate, respectively, and correspond and have the sloping side face -- said liquid crystal layer side -- having -- said two or more picture element fields -- The inclination direction of the liquid crystal molecule in said 1st liquid crystal domain including a part of 2nd liquid crystal domain [ at least ] which takes the radial inclination orientation condition centering on said 2nd at least one heights. A liquid crystal display given in either of claims 2-4 which is following the inclination direction of the liquid crystal molecule in said 2nd liquid crystal domain.

[Claim 6] Said 2nd electrode has 2nd at least one opening. Said two or more picture element fields, respectively said inner liquid crystal layer. In an electrical-potential-difference impression condition, the inclination direction of the liquid crystal molecule in said 1st liquid crystal domain including the 2nd liquid crystal domain which takes the radial inclination orientation condition centering on said 2nd at least one opening. A liquid crystal display given in either of claims 2-4 which is following the inclination direction of the liquid crystal molecule in said 2nd liquid crystal domain centering on said 2nd at least one opening.

[Claim 7] It is the liquid crystal display according to claim 5 with which said 2nd electrode has 2nd at least one opening, and said 2nd at least one heights are formed in said at least one 2nd opening circles.

[Claim 8] Said 2nd at least one heights are the liquid crystal displays containing two or more 2nd heights formed in each outside of two or more of said picture element fields according to claim 5 or 7.

[Claim 9] The cross-section configuration where said 1st set plate surface of said 1st at least one heights was met is a liquid crystal display given in either of claims 1-8 which has symmetry-of-revolution nature.

[Claim 10] The cross-section configuration where said 1st set plate surface of said 1st at least one heights was met is a liquid crystal display according to claim 9 which is an approximate circle form.

[Claim 11] The cross-section configuration where said 1st set plate surface of said 1st at least one heights was met is a liquid crystal display according to claim 9 which is the abbreviation cross-joint form prolonged along the 1st direction and the 2nd direction which carry out an abbreviation rectangular cross mutually.

[Claim 12] It is the liquid crystal display according to claim 11 with which the polarizing plate of said pair is arranged by having further the polarizing plate of the pair prepared in the outside of said 1st substrate and said 2nd substrate so that one polarization shaft of the polarizing plate of said pair may become [ the polarization shaft of another side of the polarizing plate of said pair ] parallel to said 2nd direction in parallel with said 1st direction.

[Claim 13] The configuration seen from [ of said 1st substrate of said 1st at least one opening ] the normal is a liquid crystal display according to claim 4 which has symmetry-of-revolution nature.

[Claim 14] The cross-section configuration where said 2nd set plate surface of said 2nd at least one heights was met is a liquid crystal display given in either of claims 5, 7, and 8 which has symmetry-of-revolution nature.

[Claim 15] The configuration seen from [ of said 2nd substrate of said 2nd at least one opening ] the normal is a liquid crystal display according to claim 6 or 7 which has symmetry-of-revolution nature.

[Claim 16] It is a liquid crystal display given in either of claims 1-15 which is arranged so that said 1st at least one heights may be two or more 1st heights and a part of [ at least ] 1st heights of two or more of said 1st heights may have symmetry-of-revolution nature.

[Claim 17] It is the liquid crystal display according to claim 4 arranged so that said 1st at least one opening may be two or more 1st openings and a part of [ at least ] 1st opening of two or more of said 1st openings may have symmetry-of-revolution nature.

[Claim 18] It is a liquid crystal display given in either of claims 5, 7, 8, and 14 which is arranged so that said 2nd at least one heights may be two or more 2nd heights and a part of [ at least ] 2nd heights of two or more of said 2nd heights may have symmetry-of-revolution nature.

[Claim 19] It is a liquid crystal display given in either of claims 6, 7, and 15 which is arranged so that said 2nd at least one opening may be two or more 2nd openings and a part of [ at least ] 2nd opening of two or more of said 2nd openings may have symmetry-of-revolution nature.

[Claim 20] The include angle to the front face of said 1st substrate of said sloping side face of said 1st heights and/or said 2nd heights and/or said 2nd substrate is a liquid crystal display given in 5-degree or more either of claims 1-19 which is 85 degrees or less.

[Claim 21] It is a liquid crystal display given in either of claims 1-20 with which each of two or more of said picture element fields has two or more fields where the thickness of said liquid crystal layer differs mutually, either [ at least ] said 1st substrate or said 2nd substrate has the level difference section among said two or more fields, and said level difference section is covered with said 1st electrode or said 2nd electrode.

[Claim 22] A part of [ at least ] 1st heights of said 1st at least one heights are liquid crystal displays according to claim 21 surrounded by said level difference section.

[Claim 23] Each of two or more of said picture element fields has the transparency field which displays by the transparent mode, and the reflective field which displays in reflective mode by said 1st electrode having a transparent electrode and a reflector, and the thickness of said liquid crystal layer of said transparency field is a liquid crystal display given in larger either of claims 1-22 than the thickness of the liquid crystal layer of said reflective field.

[Claim 24] It is a liquid crystal display given in either of claims 1-23 which are at least one

counterelectrode with which it is the picture element electrode which said 1st substrate has further the active component prepared corresponding to each of two or more of said picture element fields, and said 1st electrode is prepared for said two or more picture element fields of every, and is switched by said active component, and said 2nd electrode counters said two or more picture element electrodes. [Claim 25] It is a liquid crystal display given in either of claims 1-23 which are at least one counterelectrode with which it is the picture element electrode which said 2nd substrate has further the active component prepared corresponding to each of two or more of said picture element fields, and said 2nd electrode is prepared for said two or more picture element fields of every, and is switched by said active component, and said 1st electrode counters said two or more picture element electrodes.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] About a liquid crystal display, especially this invention has a wide-field-of-view angle property, and relates to the liquid crystal display which displays high display grace.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, the liquid crystal display of a thin light weight is used as a display used for the display of a personal computer, or the display of a Personal Digital Assistant device. However, it has the fault that the conventional twist nematic mold (TN mold) and a super twist nematic mold (STN mold) liquid crystal display have a narrow angle of visibility, and various ED is performed in order to solve it.

[0003] There is a method which adds an optical compensating plate as a typical technique for improving the angle-of-visibility property of the liquid crystal display of TN mold or a STN mold. There is a horizontal electric-field method which impresses horizontal electric field to a liquid crystal layer to the front face of a substrate as other methods. The liquid crystal display of this horizontal electric-field method is fertilized in recent years, and attracts attention. Moreover, there is a DAP (Deformation of vertical Aligned Phase) method using the perpendicular orientation film as orientation film using the nematic liquid crystal ingredient which has a negative dielectric constant anisotropy as a liquid crystal ingredient as other techniques. This is one of the armature-voltage control birefringence (ECB: electrically controlled birefringence) methods, and controls permeability using the form birefringence of a liquid crystal molecule.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in a manufacture process, although a horizontal electric-field method is one of the effective methods as a wide-field-of-view cornification technique, since a production margin is remarkable and narrow compared with the usual TN mold, it has the

problem that stable production is difficult. This needs the further ED, in order for the gap of the direction of a transparency shaft (polarization shaft) of a polarizing plate to the gap unevenness between substrates or the orientation shaft of a liquid crystal molecule to be for influencing display brightness and a contrast ratio greatly, to control these with high precision and to perform stable production.

[0005] Moreover, in order for the liquid crystal display of a DAP method to perform the uniform display without display nonuniformity, it is necessary to perform orientation control. There is the approach of carrying out orientation processing by carrying out rubbing of the front face of the orientation film as the approach of orientation control. However, if rubbing processing is performed to the perpendicular orientation film, it is not [ that it is easy to generate a rubbing muscle in a display image ] suitable for mass production.

[0006] As an approach of on the other hand performing orientation control, without performing rubbing processing, slanting electric field are generated by forming a slit (opening) in an electrode, and the approach of controlling the direction of orientation of a liquid crystal molecule by the slanting electric field is also devised (for example, JP,6-301036,A and JP,2000-47217,A). However, by the approach currently indicated by the above-mentioned official report as a result of the invention-in-this-application person's examination, the orientation condition of the field of the liquid crystal layer corresponding to opening of an electrode is not specified, but the continuity of the orientation of a liquid crystal molecule is not enough, and it becomes the rough display a result with it difficult [ to continue for the whole picture element and to acquire the stable orientation condition ].

[0007] This invention was made in order to solve the above-mentioned problem, it has a wide-field-of-view angle property, and aims at offering the high liquid crystal display of display grace.

[0008]

[Means for Solving the Problem] The 1st electrode which the liquid crystal display by this invention has the liquid crystal layer prepared between the 1st substrate, the 2nd substrate, and said 1st substrate and said 2nd substrate, and was prepared in said liquid crystal layer side of said 1st substrate, With the 2nd electrode prepared in said liquid crystal layer side of said 2nd substrate, it has two or more picture element fields where each is specified. Said 1st substrate Corresponding to each of two or more of said picture element fields, it has 1st at least one heights which have the sloping side face in said liquid crystal layer side. Said two or more picture element fields, respectively said inner liquid crystal layer In electrical-potential-difference the condition of not impressing, take a perpendicular orientation condition substantially and it sets in the electrical-potential-difference impression condition. It has the configuration which displays when the orientation condition of said liquid crystal layer changes according to the impressed electrical potential difference including a part of 1st liquid crystal domain [ at least ] which takes the radial inclination orientation condition centering on said 1st at least one heights, and the above-mentioned purpose is attained by that.

[0009] Said 1st at least one heights may be configurations of two or more of said picture element fields currently formed inside, respectively.

[0010] Said 1st at least one heights may be two or more 1st heights, and you may be the configuration of including two or more 1st liquid crystal domain of two or more picture element fields with which, as for an inner liquid crystal layer, each takes a radial inclination orientation condition in an electrical-potential-difference impression condition, respectively.

[0011] Said 1st electrode may have 1st at least one opening, and said 1st at least one heights may be configurations currently formed in said at least one 1st opening circles.

[0012] Said inner liquid crystal layer is set in the electrical-potential-difference impression condition, respectively. 2nd at least one heights which said two or more picture element fields boil said 2nd substrate, respectively, and correspond and have the sloping side face -- said liquid crystal layer side -- having -- said two or more picture element fields -- As for the inclination direction of a liquid crystal molecule [ in / including a part of 2nd liquid crystal domain / at least / which takes the radial inclination

orientation condition centering on said 2nd at least one heights / said 1st liquid crystal domain ], it is desirable to consider as the configuration which is following the inclination direction of the liquid crystal molecule in said 2nd liquid crystal domain.

[0013] Said 2nd electrode has 2nd at least one opening. Said two or more picture element fields, respectively said inner liquid crystal layer In an electrical-potential-difference impression condition, the inclination direction of the liquid crystal molecule in said 1st liquid crystal domain including the 2nd liquid crystal domain which takes the radial inclination orientation condition centering on said 2nd at least one opening It is good also as a configuration which is following the inclination direction of the liquid crystal molecule in said 2nd liquid crystal domain centering on said 2nd at least one opening.

[0014] Said 2nd electrode may have 2nd at least one opening, and said 2nd at least one heights may be configurations currently formed in said at least one 2nd opening circles.

[0015] Said 2nd at least one heights may be the configurations containing two or more 2nd heights formed in each outside of two or more of said picture element fields.

[0016] As for the cross-section configuration where said 1st set plate surface of said 1st at least one heights was met, it is desirable to have symmetry-of-revolution nature.

[0017] The cross-section configuration where said 1st set plate surface of said 1st at least one heights was met may be a configuration which is an approximate circle form.

[0018] The cross-section configuration where said 1st set plate surface of said 1st at least one heights was met may be a configuration which is the abbreviation cross-joint form prolonged along the 1st direction and the 2nd direction which carry out an abbreviation rectangular cross mutually.

[0019] It may have further the polarizing plate of the pair prepared in the outside of said 1st substrate and said 2nd substrate, and the polarizing plate of said pair may be a configuration arranged so that one polarization shaft of the polarizing plate of said pair may become [ the polarization shaft of another side of the polarizing plate of said pair ] parallel to said 2nd direction in parallel with said 1st direction.

[0020] As for the configuration seen from [ of said 1st substrate of said 1st at least one opening ] the normal, it is desirable to have symmetry-of-revolution nature.

[0021] As for the cross-section configuration where said 2nd set plate surface of said the at least one 2nd heights was met, it is desirable to have symmetry-of-revolution nature.

[0022] As for the configuration seen from [ of said 2nd substrate of said 2nd at least one opening ] the normal, it is desirable to have symmetry-of-revolution nature.

[0023] Said 1st at least one heights are two or more 1st heights, and, as for a part of [ at least ] 1st heights of two or more of said 1st heights, it is desirable to be arranged so that it may have symmetry-of-revolution nature.

[0024] Said 1st at least one opening is two or more 1st openings, and, as for a part of [ at least ] 1st opening of two or more of said 1st openings, it is desirable to be arranged so that it may have symmetry-of-revolution nature.

[0025] Said the at least one 2nd heights are two or more 2nd heights, and, as for a part of [ at least ] 2nd heights of two or more of said 2nd heights, it is desirable to be arranged so that it may have symmetry-of-revolution nature.

[0026] Said 2nd at least one opening is two or more 2nd openings, and, as for a part of [ at least ] 2nd opening of two or more of said 2nd openings, it is desirable to be arranged so that it may have symmetry-of-revolution nature.

[0027] As for the include angle to the front face of said 1st substrate of said sloping side face of said 1st heights and/or said 2nd heights, and/or said 2nd substrate, it is desirable that it is [ 5 degree or more ] 85 degrees or less, and it is still more desirable that it is 50 degrees or less.

[0028] Each of two or more of said picture element fields has two or more fields where the thickness of said liquid crystal layer differs mutually; either [ at least ] said 1st substrate or said 2nd substrate has the level difference section (boundary section) among said two or more fields, and said level difference section is good also as a configuration covered with said 1st electrode or said 2nd electrode. As for a

part of [ at least ] 1st heights of said 1st at least one heights, at this time, being surrounded by said level difference section is desirable.

[0029] In the above-mentioned configuration, said 1st electrode has a transparent electrode and a reflector, each of two or more of said picture element fields has the transparency field which displays by the transparent mode, and the reflective field which displays in reflective mode, and the thickness of said liquid crystal layer of said transparency field is especially effective in a liquid crystal display equipped with a larger configuration than the thickness of the liquid crystal layer of said reflective field.

[0030] Said 1st substrate has further the active component prepared corresponding to each of two or more of said picture element fields, said 1st electrode is prepared for said two or more picture element fields of every, it is the picture element electrode switched by said active component, and the configuration which is at least one counterelectrode which counters said two or more picture element electrodes can be used for said 2nd electrode. Typically, a counterelectrode is formed as a single electrode covering the whole viewing area.

[0031] Said 2nd substrate has further the active component prepared corresponding to each of two or more of said picture element fields, said 2nd electrode is prepared for said two or more picture element fields of every, it is the picture element electrode switched by said active component, and the configuration which is at least one counterelectrode which counters said two or more picture element electrodes can also be used for said 1st electrode.

[0032] Hereafter, an operation is explained.

[0033] The liquid crystal display by this invention is a liquid crystal display in the perpendicular orientation mode in which a liquid crystal layer takes a perpendicular orientation condition substantially at the time of no electrical-potential-difference impressing. Typically, the liquid crystal layer of a perpendicular orientation mold is obtained by carrying out orientation of the nematic liquid crystal which has a negative dielectric anisotropy by the perpendicular orientation film. Two or more heights which have an inclination side face are prepared in one side (for example, TFT substrate) of the substrate of the pair arranged so that a liquid crystal layer may be pinched. Since orientation of the liquid crystal molecule is perpendicularly carried out to the front face of the inclination side face (typically covered by the perpendicular orientation film) of heights, the liquid crystal molecule which exists around heights inclines in a radial focusing on heights. Liquid crystal molecules other than [ the great portion of ] the liquid crystal molecule near the inclination side face of heights are in a perpendicular orientation condition.

[0034] If an electrical potential difference is impressed to this liquid crystal layer, a liquid crystal molecule will fall in the direction of orientation of the liquid crystal molecule which inclined in response to the effect of the inclination side face of heights (orientation restraining force, the so-called anchoring effectiveness), and the direction to adjust. Extent (tilt angle) from which a liquid crystal molecule breaks down falls depending on field strength so greatly that electric field are strong, and the direction of orientation of a liquid crystal molecule approaches horizontally. Since the direction where a liquid crystal molecule falls is an inclination orientation direction [ effectiveness / of the inclination side face of heights / anchoring / radial ] centering on heights, at the time of electrical-potential-difference impression, the liquid crystal domain of a radial inclination orientation condition is formed in a liquid crystal layer. In the liquid crystal domain of a radial inclination orientation condition, since the direction of orientation of a liquid crystal molecule is distributed in the direction of an omnidirection angle, it can improve the angle-of-visibility property of a liquid crystal display about an omnidirection.

[0035] Two or more above-mentioned heights are prepared corresponding to a picture element field so that a radial inclination orientation domain may be formed in the liquid crystal layer of each picture element field. For example, at least one heights are formed in each picture element field, and the radial inclination orientation domain centering on heights is formed in the liquid crystal layer in a picture element field. Or two or more heights are formed around a picture element field (for example, field corresponding to source wiring, gate wiring, etc.), and the liquid crystal layer in a picture element field



may be made to consist of sets of a part of two or more radial inclination orientation domains formed focusing on each heights. Of course, the two above-mentioned configurations may be combined.

[0036] In the liquid crystal display of this invention, the radial inclination orientation domain is formed using the orientation restraining force of the inclination side face of heights. If the external force over a liquid crystal ingredient is lost even if an impact joins a liquid crystal display, for example and the orientation of a liquid crystal layer is in disorder, since the orientation restraining force of an inclination side face acts also at the time of no electrical-potential-difference impressing, radial inclination orientation will be reconstructed focusing on heights. In this point, it has a predominance compared with the configuration which forms radial inclination orientation using the slanting electric field generated with the electrode which has opening (slit).

[0037] The display property of a liquid crystal display originates in the orientation condition (optical anisotropy) of a liquid crystal molecule, and shows an azimuth dependency. In order to reduce the azimuth dependency of a display property, it is desirable that the liquid crystal molecule is carrying out orientation by the equivalent probability to all the direction of an azimuth. Moreover, it is still more desirable that the liquid crystal molecule in each picture element field is carrying out orientation by the equivalent probability to all the direction of an azimuth. Therefore, as for heights, it is desirable to have a configuration which forms a liquid crystal domain so that the liquid crystal molecule in each picture element field may carry out orientation by the equivalent probability to all the direction of an azimuth.

[0038] By making the cross-section configuration where the substrate side of heights was met into the configuration which has symmetry-of-revolution nature, an omnidirection can be covered and an angle-of-visibility property can be made into homogeneity. As for a cross-section configuration, it is desirable to have the high order symmetry-of-revolution nature more than 4 more times symmetry-of-revolution nature (for example, a square and a round shape) more than 2 times symmetry-of-revolution nature.

[0039] Moreover, the orientation restraining force over a liquid crystal molecule becomes large, so that the area of the inclination side face of heights is large. For example, if the cross-section configuration of heights is made into an abbreviation cross-joint form, area of an inclination side face can be enlarged comparatively and orientation restraining force over a liquid crystal molecule can be enlarged comparatively. Therefore, radial inclination orientation can be stabilized further and a speed of response can be raised. Furthermore, when a cross-section configuration adopts the configuration which is an abbreviation cross-joint form, permeability and a contrast ratio can be raised by making in agreement the polarization shaft orientations of the polarizing plate of the pair arranged at a cross Nicol's prism condition, and the direction (two directions which carry out an abbreviation rectangular cross mutually) where a cross joint is prolonged.

[0040] Moreover, in the configuration which prepares two or more heights, the liquid crystal domain which takes radial inclination orientation can be arranged to homogeneity by arranging two or more heights so that it may have symmetry-of-revolution nature (to the shape of for example, a tetragonal lattice).

[0041] The orientation of a liquid crystal molecule can be further stabilized by using the orientation restraining force by the slanting electric field by the electrode equipped with opening with the anchoring effectiveness by the inclination side face of heights. If heights are formed in the opening circles prepared in the electrode, since the orientation regulation direction by slanting electric field is in agreement with the orientation regulation direction by the inclination side face, radial inclination orientation of the liquid crystal molecule can be carried out to stability. Also as for the configuration seen from [ of opening ] the normal, it is desirable to have symmetry-of-revolution nature, and it is desirable cross-section formation of heights and that it is the same (mutually similar relation). Of course, opening may be prepared in a different location from heights. However, when arranging two or more openings, it is desirable to arrange so that it may have symmetry-of-revolution nature. Moreover, as for arrangement with heights and opening, it is desirable to take one arrangement which has the symmetry of revolution complementary. For example, when opening is transposed to heights, it is desirable to be

arranged so that two or more heights containing the permuted heights may have symmetry-of-revolution nature.

[0042] There is not necessarily no need of being arranged so that these all may cover the whole picture element field and may have symmetry-of-revolution nature, when preparing two or more heights and/or openings in a picture element field. For example, if a tetragonal lattice (4 times symmetry-of-revolution nature) is made into a smallest unit and a picture element field is constituted by those combination, the whole picture element field can be covered and orientation of the liquid crystal molecule can be substantially carried out by the equivalent probability to all the direction of an azimuth. Namely, the liquid crystal layer of a picture element field should just be formed as the aggregate of the liquid crystal domain (for example, two or more liquid crystal domains arranged in the shape of a tetragonal lattice) arranged so that it might have symmetry-of-revolution nature (or axial symmetry nature).

[0043] the liquid crystal display of the invention in this application — setting — above-mentioned heights — and — or the orientation of a liquid crystal molecule can be further stabilized by preparing heights and/or opening in the substrate (for example, an opposite substrate or a color filter substrate) of another side arranged so that while might be formed and opening might counter a substrate through a liquid crystal layer like the above. Of the orientation restraining force which the heights and/or opening which are prepared in the liquid crystal layer side of the substrate of another side have, the liquid crystal domain of a radial inclination orientation condition is formed at the time of electrical-potential-difference impression.

[0044] It is desirable to form so that the radial inclination orientation centering on the heights and/or opening of a substrate of another side and the radial inclination orientation centering on one heights and/or opening of a substrate may become continuously mutually. For that purpose, when it sees from a direction perpendicular to a substrate, as for the heights of one substrate and/or opening, and the heights and/or opening of a substrate of another side, being arranged so that it may not lap mutually is desirable. As for each, it is desirable to be arranged so that it may have symmetry-of-revolution nature, as mentioned above. When it follows, for example, each is arranged in the shape of a tetragonal lattice, it is desirable to arrange the heights and/or opening of each substrate so that the lattice point of the tetragonal lattice which the heights and/or opening of a substrate of another side form in each core of two or more tetragonal lattices which one heights and/or opening of a substrate form may be located. Of course, one substrate and the substrate of another side may interchange mutually.

[0045] In addition, since the field corresponding to heights may produce optical leakage, it is desirable to prepare in the field corresponding to auxiliary capacity wiring which does not prepare in the periphery (for example, field corresponding to scan wiring or signal wiring) of a picture element field, or does not let the light in a picture element field pass. If heights are prepared in such a location, deterioration of display grace can be controlled.

[0046] Since the liquid crystal display by this invention has heights in one [ at least ] substrate (for example, a TFT substrate or a color filter substrate), it can form in the liquid crystal layer of a perpendicular orientation mold the stable liquid crystal domain which takes a radial inclination orientation condition at the time of electrical-potential-difference impression.

[0047] Like the mold liquid crystal display both for transparency reflective (for example, refer to JP,11-101992,A) which has a transparency field and a reflective field to each picture element field especially, in the so-called liquid crystal display of the multi-gap method which has the liquid-crystal layer from which thickness differs in one picture element field, the orientation of a liquid-crystal molecule is that of turbulence or a cone in response to the effect of a level difference, and it is difficult to form the liquid-crystal domain of radial inclination orientation stable enough only by the orientation restraining force of slanting electric field. However, if the heights which have a suitable inclination side face are prepared and the core of radial inclination orientation is formed according to the orientation restraining force of the front face, controlling [ form an electrode so that a level difference may be covered, and ] the discontinuity of the orientation of the liquid crystal molecule by the level difference according to the

effectiveness of electric field according to this invention, stable radial inclination orientation is realizable. If heights are surrounded by the level difference section especially covered with the electrode, the discontinuity of the orientation of the liquid crystal molecule by the level difference will be controlled effectively.

[0048] Since the angle-of-visibility property of a liquid crystal display is improved according to this invention, a very high-definition display is realized by applying to an active matrix liquid crystal display especially.

[0049]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the operation gestalt of this invention is explained, referring to a drawing.

[0050] (Operation gestalt 1) Since it has the outstanding display property, the liquid crystal display by this invention is used suitable for an active matrix liquid crystal display. Below, the operation gestalt of this invention is explained about the active matrix liquid crystal display which used the thin film transistor (TFT). This invention is not restricted to this but can be applied to the active matrix liquid crystal display and simple matrix liquid crystal display using MIM. Moreover, below, although the operation gestalt of this invention is explained to an example, this invention is not restricted to this but can apply a transparency mold liquid crystal display to the mold liquid crystal display both for transparency reflective, or a reflective mold liquid crystal display.

[0051] In addition, in this application specification, the field of the liquid crystal display corresponding to the "picture element" which is the smallest unit of a display is called a "picture element field." In a color liquid crystal display, the "picture element" of R, G, and B is equivalent to one a "pixel." The counterelectrode with which a picture element field counters with a picture element electrode and a picture element electrode in an active matrix liquid crystal display specifies a picture element field. Moreover, in a simple matrix liquid crystal display, each field where the train electrode prepared in the shape of a stripe and the line electrode prepared so that it may intersect perpendicularly with a train electrode cross mutually specifies a picture element field. In addition, in the configuration in which a black matrix is prepared, the field corresponding to opening of a black matrix will be equivalent to a picture element field among the fields where an electrical potential difference is strictly impressed according to the condition that it should display.

[0052] The structure of one picture element field of the liquid crystal display 100 of the operation gestalt 1 by this invention is explained referring to drawing 1 (a) and (b). Below, a color filter and a black matrix are omitted for the simplicity of explanation. Drawing 1 (a) is the plan seen from the substrate normal, and drawing 1 (b) is equivalent to the sectional view which met the 1B-1B' line in drawing 1 (a). Drawing 1 (b) shows the condition of not impressing the electrical potential difference to a liquid crystal layer.

[0053] The liquid crystal display 100 has the liquid crystal layer 30 prepared between the active-matrix substrate (it is called a "TFT substrate" below.) 10, the opposite substrate (it is also called a "color filter substrate") 20, and the TFT substrate 10 and the opposite substrate 20. The liquid crystal molecule 31 of the liquid crystal layer 30 has a negative dielectric constant anisotropy, and with the perpendicular orientation film (un-illustrating) prepared in the front face by the side of the liquid crystal layer 30 of the TFT substrate 10 and the opposite substrate 20, when the electrical potential difference is not impressed to the liquid crystal layer 30, as shown in drawing 1 (b); it carries out orientation perpendicularly to the front face of the perpendicular orientation film. At this time, it is said that the liquid crystal layer 30 is in a perpendicular orientation condition. However, the liquid crystal molecule 31 of the liquid crystal layer 30 in a perpendicular orientation condition may incline a little from the normal of the front face (front face of a substrate) of the perpendicular orientation film according to the class of perpendicular orientation film, or the class of liquid crystal ingredient. Generally, the condition that the liquid crystal molecule shaft (it is also called "axial bearing".) carried out orientation at the include angle of about 85 degrees or more is called a perpendicular orientation condition to the front face of the

perpendicular orientation film.

[0054] The TFT substrate 10 of a liquid crystal display 100 has the picture element electrode 12 formed in the transperence substrate (for example, glass substrate) 11 and its front face. The opposite substrate 20 has the counterelectrode 22 formed in the transperence substrate (for example, glass substrate) 21 and its front face. According to the electrical potential difference impressed to the picture element electrode 12 arranged so that it may counter mutually through the liquid crystal layer 30, and a counterelectrode 22, the orientation condition of the liquid crystal layer 30 for every picture element field changes. A display is performed with change of the orientation condition of the liquid crystal layer 30 using the phenomenon in which the polarization condition and amount of the light which penetrates the liquid crystal layer 30 change.

[0055] Heights 16 are formed in the center of the picture element electrode 12 which a liquid crystal display 100 has. Heights 16 are truncated cones which have 16s of inclination side faces, and 16t of top faces. 16s of inclination side faces inclines at the include angle  $\theta$  to the front face (parallel to the front face of a substrate 11) of the picture element electrode 12. There may not be 16t of top faces and heights 16 may be cones.

[0056] As the front face of these heights 16 has the perpendicular stacking tendency (the perpendicular orientation film (un-illustrating) is typically formed so that heights 16 may be covered.) and showed it to drawing 1 (b), orientation of the liquid crystal molecule 31 is carried out almost perpendicularly to these according to the anchoring effectiveness of 16s of inclination side faces, and 16t of top faces. Since the cross-section configuration where the field of the substrate 11 of heights 16 was met is circular (refer to drawing 1 (a)), inclination orientation of the surrounding liquid crystal molecule of heights 16 is carried out to a radial a core [ heights 16 ]. The liquid crystal molecule 31 of other most is in a perpendicular orientation condition.

[0057] Since other liquid crystal molecules 31 incline so that it may have consistency with the radial inclination orientation formed of the anchoring effectiveness of 16s of inclination side faces of heights 16 if an electrical potential difference is impressed to the liquid crystal layer 30 of such a condition, the liquid crystal domain of a radial inclination orientation condition is formed. This situation is explained referring to drawing 2 (a) and (b). here — the liquid crystal molecule 31 — an electrical-potential-difference impression condition — setting — a radial — and orientation is inclined and carried out. Then, in this application specification, such an orientation condition will be called "radial inclination orientation." Moreover, the field of the liquid crystal layer which takes radial inclination orientation about one core will be called a liquid crystal domain.

[0058] Drawing 2 is a fragmentary sectional view of a liquid crystal display 110 which has two or more heights 16 to one picture element field. As for drawing 2 (a), drawing 2 (b) shows typically the orientation condition of the liquid crystal molecule 31 at the time of electrical-potential-difference impression (halftone electrical potential difference) at the time of no electrical-potential-difference impressing.

[0059] As shown in drawing 2 (a), only the liquid crystal molecule 31 near the heights 16 is carrying out inclination orientation of the liquid crystal molecule 31 to the radial by setting a symmetry axis SA as the core of heights 16 at the time of no electrical-potential-difference impressing. If an electrical potential difference is impressed to this liquid crystal layer 30, as shown in drawing 2 (b), other liquid crystal molecules in a picture element field will carry out orientation so that it may have consistency in radial inclination orientation focusing on heights 16, and will form a liquid crystal domain. Two liquid crystal domains which set a symmetry axis SA as the core of two heights 16, respectively, and one liquid crystal domain which has a symmetry axis SB in the center of two heights 16 are formed at drawing 2 (b). In order to form at stability the liquid crystal domain which has a symmetry axis SB in the center of the adjoining heights 16, it is desirable to arrange two or more heights 16 so that it may have symmetry-of-revolution nature. For example, the liquid crystal domain in the radial inclination orientation condition of having a symmetry axis SB can be formed in the core of four heights 16 by arranging so that four heights 16 may form a tetragonal lattice at stability. Thus, the orientation of the liquid crystal

molecule 31 between the liquid crystal domains which take the radial inclination orientation formed in the liquid crystal layer of the liquid crystal display of this invention is continuation, consequently can realize very stable radial inclination orientation.

[0060] In addition, although the cross-section configuration where the field of the substrate 11 of heights 16 was met although the heights 16 of a truncated-cone form were illustrated is not restricted circularly, in order to form the liquid crystal domain of stable radial inclination orientation, it is desirable to have the cross-section configuration which has symmetry-of-revolution nature, and it is desirable to have the high order symmetry-of-revolution nature more than 4 more times symmetry-of-revolution nature more than 2 times symmetry-of-revolution nature.

[0061] Moreover, as for the tilt angle theta of 16s of inclination side faces of heights 16, it is desirable that it is within the limits of 5 degrees or more 85 degrees or less in order to carry out inclination orientation of the liquid crystal molecule 31 to stability. In addition, since optical leakage may arise according to the birefringence effectiveness of the liquid crystal molecule 31 which carried out inclination orientation according to the anchoring effectiveness of 16s of inclination side faces at the time of no electrical-potential-difference impressing and it may become the cause of a fall of a contrast ratio, as for the tilt angle theta of 16s of inclination side faces of heights 16, it is desirable that it is 50 degrees or less.

[0062] In addition, although the heights 16 which have the sloping side face may be formed using a dielectric with high transparency, if it forms using an opaque dielectric, the advantage that the optical leakage resulting from the retardation of the liquid crystal molecule 31 which is carrying out orientation according to the anchoring effectiveness of 16s of inclination side faces of heights 16 can be prevented will be acquired. The application of a liquid crystal display etc. responds and any are adopted should just determine. When a photopolymer is used in any case, there is an advantage which can simplify the process which carries out patterning corresponding to opening 12a. In order to acquire sufficient orientation restraining force, the height of the heights 16 which have the sloping side face should just be range which is about 0.5 micrometers – about 3 micrometers, when the thickness of the liquid crystal layer 30 is about 3 micrometers. As for the height of the heights 16 which generally have the sloping side face; it is desirable by below the thickness of the liquid crystal layer 30 that it is within the limits of or more about 1 / 6.

[0063] Next, the structure of one picture element field of other liquid crystal displays 120 of the operation gestalt 1 is explained, referring to drawing 3 (a) and (b). Drawing 3 (a) is the plan seen from the substrate normal, and drawing 3 (b) is the sectional view which met the 3B-3B' line of drawing 3 (a).

[0064] In addition to two or more 1st heights 16 formed in the liquid crystal layer 30 side of the TFT substrate 10, the liquid crystal display 120 has two or more 2nd heights 26 formed in the liquid crystal layer 30 side of the opposite substrate 20. The 1st heights 16 are substantially [ as the heights 16 of a liquid crystal display 100 ] the same, and its 2nd heights 26 are substantially [ as the 1st heights 16 ] the same.

[0065] As shown in drawing 3 (a), the 1st nine heights 16 are arranged so that four tetragonal lattices may be formed, and the 2nd heights 26 are located at each core of four tetragonal lattices. The 2nd four heights 26 also form the tetragonal lattice. Thus, the radial inclination orientation condition of the liquid crystal domain formed in the liquid crystal layer 30 at the time of electrical-potential-difference impression is further stabilized by arranging the 1st heights 16 and the 2nd heights 26.

[0066] In addition, although the example which formed the thing of the same configuration for the 2nd heights 26 in the same height substantially with the 1st heights 16 was shown, it can also change suitably here. However, it is desirable to satisfy the tilt-angle range which also mentioned the 2nd heights 26 above about the 1st heights 16, a cross-section configuration, height, and the conditions about arrangement.

[0067] Next, the structure of one picture element field of other liquid crystal displays 130 of the operation gestalt 1 is explained, referring to drawing 4 (a) and (b). Drawing 4 (a) is the plan seen from

the substrate normal, and drawing 4 (b) is the sectional view which met the 4B-4B' line of drawing 4 (a). [0068] In addition to two or more 1st heights 16 formed in the liquid crystal layer 30 side of the TFT substrate 10, the liquid crystal display 130 has two or more opening 22a formed in the counterelectrode 22 of the opposite substrate 20. Opening 22a points out the part from which the electric conduction film of the counterelectrodes 22 formed from the electric conduction film (for example, ITO film) was removed. The 1st heights 16 are substantially [ as the heights 16 of a liquid crystal display 100 ] the same. Although opening 22a acts so that radial inclination orientation may be stabilized like the 2nd heights 26 of a liquid crystal display 120, it differs in the 2nd heights 26 and acts only at the time of electrical-potential-difference impression. As for the configuration of opening 22a, and arrangement, it is desirable to satisfy the same conditions as the 2nd heights 26. There is especially no limit in the magnitude of opening 22a. Moreover, it can be intermingled and the 2nd heights 26 and opening 22a can also be used.

[0069] Next, the structure of one picture element field of other liquid crystal displays 150 of the operation gestalt 1 is explained, referring to drawing 5 (a) and (b). Drawing 5 (a) is the plan seen from the substrate normal, and drawing 5 (b) is the sectional view which met the 5B-5B' line of drawing 5 (a). [0070] Although this liquid crystal display 150 does not equip the opposite substrate 20 side with the configuration which has orientation restraining force which forms radial inclination orientation like liquid crystal displays 100 and 200, it has opening 12a formed not only in the heights 16 but in the picture element electrode 12 in the TFT substrate 10 side.

[0071] As shown in drawing 5 (a), it is arranged so that nine openings 12a may form four tetragonal lattices, and every one heights 16 are formed in each opening 12a. The configuration where it saw from the substrate normal of opening 12a is circular, and is circular. [ of a cross-section configuration parallel to the substrate side of heights 16 ] Moreover, the core of opening 12a and the core of heights 16 are in agreement.

[0072] When electric field are not impressed to the liquid crystal layer 30, as shown in drawing 5 (b), only the surrounding liquid crystal molecule of heights 16 is carrying out radial inclination orientation of the liquid crystal molecule (anchoring layer). This condition is the same as that of the case where the picture element electrode 12 convex section 16 which does not have opening 12a shown in drawing 1 (b) is formed. If an electrical potential difference is impressed between the picture element electrode 12 and a counterelectrode 22, slanting electric field will be generated on the outskirts of an edge of opening 12a, and the radial inclination orientation of the liquid crystal molecule 31 will be stabilized by it. An operation of this slanting electric field is explained referring to drawing 6 - drawing 8 R> 8.

[0073] Drawing 6 shows the electric field generated when an electrical potential difference is impressed to the liquid crystal layer 30 shown in drawing 5 (b) using the equipotential line EQ. The equipotential line EQ becomes parallel to the front face of the picture element electrode 12 and a counterelectrode 22 within the liquid crystal layer 30 located between the picture element electrode 12 and a counterelectrode 22. Moreover, in the field corresponding to opening 12a of the picture element electrode 12, it falls and the slanting electric field expressed with the potential line EQ, such as having inclined, are formed in the liquid crystal layer 30 of the edge section (inside circumference of opening 12a including the boundary (extent) of opening 12a) of opening 12a. The torque which is going to carry out orientation of the axial bearing of the liquid crystal molecule 31 to parallel (perpendicular to line of electric force) to the equipotential line EQ acts on the liquid crystal molecule 31 which has a negative dielectric anisotropy. Therefore, in the opening 12a right-hand side edge section, it carries out in the direction of a clockwise rotation, it inclines in the direction of a counterclockwise rotation in the opening left-hand side edge section, respectively (rotation), and orientation of the liquid crystal molecule 31 on the edge section of opening 12a is carried out in parallel with the equipotential line EQ.

[0074] Here, change of the orientation of the liquid crystal molecule 31 is explained to a detail, referring to drawing 7. If electric field are generated by the liquid crystal layer 30, the torque to which orientation of the axial bearing tends to be carried out in parallel to the equipotential line EQ will act on the liquid

crystal molecule 31 which has a negative dielectric constant anisotropy. If the electric field expressed with the perpendicular equipotential line EQ to axial bearing of the liquid crystal molecule 31 occur as shown in drawing 7 (a), it will act on the liquid crystal molecule 31 by the probability for the torque which makes it incline in a clockwise rotation or the direction of a counterclockwise rotation to be equal. Therefore, in the parallel monotonous liquid crystal layer 30 in inter-electrode [ of mold arrangement ] which counters mutually, the liquid crystal molecule 31 which receives the torque of the direction of a clockwise rotation, and the liquid crystal molecule 31 which receives the torque of the direction of a counterclockwise rotation are intermingled. Consequently, change in the orientation condition according to the electrical potential difference impressed to the liquid crystal layer 30 may not take place smoothly.

[0075] If the electric field (slanting electric field) expressed with the potential line EQ, such as having inclined to axial bearing of the liquid crystal molecule 31, in the edge section of opening 12a of a liquid crystal display 150 occur as shown in drawing 6 , as shown in drawing 7 (b), the liquid crystal molecule 31 incline in the direction (the example of illustration counterclockwise rotation) with few amounts of inclinations for become the equipotential line EQ and parallel. Moreover, as shown in drawing 7 (c), the liquid-crystal molecule 31 located in the field which the electric field expressed with the perpendicular equipotential line EQ to axial bearing of the liquid-crystal molecule 31 generate inclines in the same direction as the liquid-crystal molecule 31 located on [ , such as having inclined, ] the potential line EQ so that the liquid-crystal molecule 31 and the orientation which are located on [ , such as having inclined, ] the potential line EQ may become continuously (it has consistency like).

[0076] If the electric field which form the shape of toothing which the equipotential line EQ followed like shown in drawing 3 (d) are impressed, the liquid crystal molecule 31 located on the flat equipotential line EQ will carry out orientation so that it may have consistency with the direction of orientation regulated with the liquid crystal molecule 31 located on each potential line EQ, such as having inclined. In addition, the thing "which is located on the equipotential line EQ" and "which is located in the electric field expressed with the equipotential line EQ" is meant.

[0077] Since heights 16 were formed in opening 12a, as the liquid crystal display 150 was shown in drawing 8 (a) at the time of no electrical-potential-difference impressing, the liquid crystal molecule 31 which is carrying out orientation perpendicularly to the sloping side face, and the liquid crystal molecule 31 which is carrying out orientation perpendicularly to the level front face exist.

[0078] If an electrical potential difference is impressed to the liquid crystal layer 30, since the electric field expressed with the potential line EQ, such as having been shown in drawing 6 , will be generated by the liquid crystal layer 30, the liquid crystal molecule 31 which exists in the edge section of opening 12a of the picture element electrode 12 inclines in response to the effect of slanting electric field. It is comparatively large, slanting electric field act even on the liquid crystal molecule 31 which was almost carrying out perpendicular orientation at the time of no electrical-potential-difference impressing, and the liquid crystal molecule 31 which carries out inclination orientation in response to the anchoring effectiveness of the inclination side face of heights 16 makes the range where slanting electric field reach incline to being very small. The inclination direction of the liquid crystal molecule 31 by the slanting electric field generated by the edge section of this opening 12a is adjusted with the inclination direction of the liquid crystal molecule 31 by the anchoring effectiveness of the inclination side face of the heights 16 formed in opening 12a. Therefore, the radial inclination orientation shown in drawing 8 (b) is stable from the radial inclination orientation shown in drawing 2 (b) ( drawing 2 (b) and drawing 8 (b) are mimetic diagrams, and not shown [ this difference ] in addition).

[0079] Signs that the orientation condition of the liquid crystal molecule 31 shown in drawing 8 (a) and (b) was observed along the direction of a substrate normal from the opposite substrate 20 side are shown in drawing 9 (a) and (b).

[0080] electrical-potential-difference the condition of not impressing shown in drawing 9 (a) — if it is — the pole near the circumference of heights 16 — only few liquid crystal molecules are carrying out

inclination orientation, and orientation of the liquid crystal molecule of other fields is substantially carried out at right angles to space. In drawing 9 (a), since it is easy, the liquid crystal molecule is not illustrated.

[0081] In an electrical-potential-difference impression condition, as shown in drawing 9 (b), the liquid crystal molecule 31 carries out orientation to a radial a core [ heights 16 ]. It is shown that the picture element electrode 12 with which the edge has opening 12a rather than the other end prepares the edge where the point of the liquid crystal molecule 31 drawn in the shape of an ellipse is shown black, and the liquid crystal molecule 31 inclines so that closely [ the \*\*\*\*\* substrate 10 side ]. Also in the following drawings, it is the same.

[0082] Four liquid crystal domains which set each symmetry axis as nine liquid crystal domains which set each symmetry axis as nine heights 16 at the time of electrical-potential-difference impression, and the core of four tetragonal lattices which nine heights 16 form are formed in one picture element field of a liquid crystal display 150 so that clearly from drawing 9 (b). The orientation of the liquid crystal molecule 31 is continuing on the boundary between the liquid crystal domains of these 13 (adjustment).

[0083] In addition, it acts with the orientation restraining force by slanting electric field being natural only at the time of electrical-potential-difference impression, but the strength is dependent on field strength (magnitude of applied voltage). therefore, field strength — being weak (that is, applied voltage being low) — when the orientation restraining force by slanting electric field is weak and external force joins a liquid crystal panel, radial inclination orientation may collapse by flow of a liquid crystal ingredient Unless only the electrical potential difference which will once generate the slanting electric field which demonstrate orientation restraining force strong enough if radial inclination orientation collapses is impressed, radial inclination orientation is not restored. On the other hand, the orientation restraining force by the inclination side face of the heights 16 which have the sloping side face is very strong as it acts regardless of applied voltage and is known as anchoring effectiveness of the orientation film.

Therefore, even if a flow of a liquid crystal ingredient arises and radial inclination orientation once collapses, the liquid crystal molecule 31 near the ramp of the heights which have the sloping side face is maintaining the same direction of orientation as the time of radial inclination orientation. Therefore, if a flow of a liquid crystal ingredient stops and prattles, radial inclination orientation will be restored easily.

[0084] In the liquid crystal display 150 of the operation gestalt 1, radial inclination orientation is stabilized by operation of the slanting electric field generated with the picture element electrode 12 with which opening 12a is formed rather than the case (for example, liquid crystal display 120 of drawing 2 ) where only heights 16 are formed.

[0085] In addition, although the square picture element electrode 12 is illustrated until now, the configuration of the picture element electrode 12 is not restricted to this. Since the general configuration of the picture element electrode 12 is approximated to a rectangle (a square and a rectangle are included), it can arrange opening 12a regularly in the shape of a tetragonal lattice. if opening 12a is regularly arranged so that a liquid crystal domain may be formed in all the fields in a picture element field even if the picture element electrode 12 has configurations other than a rectangle (for example, it illustrated — as — the shape of a tetragonal lattice), the effectiveness of this invention can be acquired.

[0086] As the heights 16 which have an inclination side face are shown in drawing 10 (a), being formed in opening 12a is desirable, but as shown in drawing 10 (b), it may be formed so that the periphery of heights 16 may cover the edge of opening 12a. However, as shown in drawing 10 (c), it is not desirable that edge 12e of the surrounding picture element electrode 12 of opening 12a is formed on the inclination side face of heights 16. If edge 12e of the picture element electrode 12 is formed on the inclination side face of heights 16, since the orientation restraining force by the electric field generated in the field will act on hard flow with the orientation restraining force of the inclination side face of heights 16, the radial inclination orientation of a liquid crystal molecule is in disorder.

[0087] In addition, left-handed rotation or the curled form clockwise radial inclination orientation of the



radial inclination orientation of the liquid crystal molecule 31 is more stable than simple radial inclination orientation as shown in drawing 9 (b). In addition, curled form orientation here expresses the orientation condition of the liquid crystal molecule in a liquid crystal stratification plane (inside of a substrate side). The curled form orientation seen when a little chiral agent is added into a liquid crystal ingredient will hardly change along the thickness direction of the liquid crystal layer 30, if the direction of orientation of the liquid crystal molecule 31 hardly changes spirally along the thickness direction of the liquid crystal layer 30 like the usual twist orientation and the direction of orientation of the liquid crystal molecule 31 is seen in a minute field. That is, in the cross section (cross section in a field parallel to a stratification plane) of the location of what of the thickness direction of the liquid crystal layer 30, it is in the same orientation condition and most twist deformation which met in the thickness direction of the liquid crystal layer 30 is not produced. However, if it sees in the one whole liquid crystal domain, a certain amount of twist deformation will have occurred.

[0088] If the ingredient which added the chiral agent is used for the nematic liquid crystal ingredient which has a negative dielectric anisotropy, the liquid crystal domain where the liquid crystal molecule 31 takes left-handed rotation or clockwise curled form radial inclination orientation focusing on opening 12a will be formed at the time of electrical-potential-difference impression. Right-handed rotation or left-handed rotation is decided by the class of chiral agent to be used. Therefore, since the direction which is rolling the surroundings of the liquid crystal molecule 31 which stands at right angles to the substrate side of the liquid crystal molecule 31 which is carrying out the radial inclination by forming the liquid crystal domain which takes curled form radial inclination orientation at the time of electrical-potential-difference impression can be made the same about all liquid crystal domains, the uniform display without a rough deposit is attained. Furthermore, since the direction which is rolling the surroundings of the liquid crystal molecule 31 which stands at right angles to a substrate side has become settled, the speed of response at the time of impressing an electrical potential difference to the liquid crystal layer 30 also improves.

[0089] Furthermore, also in the liquid crystal layer of a whorl orientation condition, if many chiral agents are added, if its attention is paid to the minute field, the orientation of the liquid crystal molecule 31 will come to change spirally along the thickness direction of the liquid crystal layer 30 like the usual twist orientation.

[0090] In the orientation condition that the orientation of the liquid crystal molecule 31 does not change spirally along the thickness direction of the liquid crystal layer 30, in order that a perpendicular direction or the liquid crystal molecule 31 which is carrying out orientation in parallel may not give phase contrast to incident light to the polarization shaft of a polarizing plate, the incident light which passes through the field of such an orientation condition does not contribute to permeability. For example, observation of the picture element field in the white display condition of a liquid crystal display that the polarizing plate has been arranged at the cross Nicol's prism condition observes the quenching pattern of a cross joint clearly in the center section of the liquid crystal domain which carried out radial inclination orientation.

[0091] On the other hand, while a perpendicular direction or the liquid crystal molecule 31 which is carrying out orientation in parallel also gives phase contrast to the polarization shaft of a polarizing plate to incident light in the orientation condition that the orientation of the liquid crystal molecule 31 changes spirally, along the thickness direction of the liquid crystal layer 30, the optical activity of light can also be used. Therefore, since the incident light which passes through the field of such an orientation condition also contributes to permeability, the liquid crystal display in which a bright display is possible can be obtained. For example, if the picture element field in the white display condition of a liquid crystal display that the polarizing plate has been arranged at the cross Nicol's prism condition is observed, the quenching pattern of the cross joint of the center section of the liquid crystal domain which carried out radial inclination orientation will become indefinite, and will become bright at the whole. In order to improve the use effectiveness of the light by optical activity efficiently, as for the twist angle of a liquid crystal layer, it is desirable that it is about 90 degrees.

[0092] In addition, the thing with the curled form more desirable radial inclination orientation is the same also about the case where radial inclination orientation is formed only using heights 16 and/or heights 26, without not being restricted when opening 12a is formed, but forming opening 12a.

[0093] Next, the structure of one picture element field of other liquid crystal displays 160 of the operation gestalt 1 is explained, referring to drawing 11 (a) and (b). Drawing 11 (a) is the plan seen from the substrate normal, and drawing 11 (b) is the sectional view which met the 11B-11B' line of drawing 11 (a).

[0094] A liquid crystal display 160 is equivalent to what permuted the TFT substrate 10 of the liquid crystal display 120 mentioned above with the TFT substrate 10 of a liquid crystal display 150, and has the opposite substrate 10 of the same structure substantially with the TFT substrate 10 of the above-mentioned liquid crystal display 150 as substantially as the same TFT substrate 10 of structure, and the opposite substrate 20 of a liquid crystal display 120.

[0095] Two or more opening 12a is arranged by the picture element electrode 12 of the TFT substrate 10 in the shape of a tetragonal lattice, and every 1st one heights 16 are formed in each opening 12a. Two or more 2nd heights 26 are formed in the liquid crystal layer 30 of the opposite substrate 20, and it is arranged so that it may be located in each center of the tetragonal lattice which the 1st heights 16 (and opening 12a) of the TFT substrate 10 form.

[0096] The orientation condition of the liquid crystal molecule 31 when observing the liquid crystal display 160 of an electrical-potential-difference impression condition along the direction of a substrate normal from the opposite substrate 20 side is shown in drawing 12. Four liquid crystal domains which set each symmetry axis as the core of the 2nd heights 26 arranged at nine liquid crystal domains which set each symmetry axis as the 1st nine heights 16 (and opening 12a) at the time of electrical-potential-difference impression, and the core of four tetragonal lattices which the 1st nine heights 16 form are formed in one picture element field of a liquid crystal display 160 so that clearly from drawing 12. The orientation of the liquid crystal molecule 31 is continuing on the boundary between the liquid crystal domains of these 13 (adjustment).

[0097] Since not only the 1st heights 16 but opening 12a is prepared in the TFT substrate 10 of a liquid crystal display 160, while radial inclination orientation is further stabilized rather than the liquid crystal display 120 shown in drawing 3, a speed of response is also improved.

[0098] Next, the structure of one picture element field of other liquid crystal displays 170 of the operation gestalt 1 is explained, referring to drawing 13 (a) and (b). Drawing 13 (a) is the plan seen from the substrate normal, and drawing 13 (b) is the sectional view which met the 13B-13B' line of drawing 13 (a).

[0099] A liquid crystal display 170 is replaced with the 2nd heights 26 of a liquid crystal display 160, and it has opening 22a formed in the counterelectrode 22. As explained referring to drawing 4, opening 22a acts so that radial inclination orientation may be stabilized like the 2nd heights 26 of a liquid crystal display 160. This situation is explained referring to drawing 14.

[0100] Drawing 14 shows the electric field generated when an electrical potential difference is impressed to the liquid crystal layer 30 shown in drawing 13 (b) using the equipotential line EQ. Slanting electric field are generated by the edge section of opening 12a and opening 22a so that clearly from drawing 14. The orientation regulation direction by the electric field generated by the edge section of opening 22a is the same as the orientation regulation direction by the inclination side face of heights 26, and it acts so that radial inclination orientation may be stabilized like heights 26. However, it differs in the 2nd heights 26 and acts only at the time of electrical-potential-difference impression. As for the configuration of opening 22a, magnitude, and arrangement, it is desirable to satisfy the same conditions as the 2nd heights 26 mentioned above. Moreover, it can be intermingled and the 2nd heights 26 and opening 22a can also be used.

[0101] The orientation condition of the liquid crystal molecule 31 when observing the liquid crystal display 170 of an electrical-potential-difference impression condition along the direction of a substrate

normal from the opposite substrate 20 side is shown in drawing 15 . Four liquid crystal domains which set each symmetry axis as the core of opening 22a arranged at nine liquid crystal domains which set each symmetry axis as the 1st nine heights 16 (and opening 12a) at the time of electrical-potential-difference impression, and the core of four tetragonal lattices which the 1st nine heights 16 form are formed in one picture element field of a liquid crystal display 170 so that clearly from drawing 15 . The orientation of the liquid crystal molecule 31 is continuing on the boundary between the liquid crystal domains of these 13 (adjustment).

[0102] Furthermore, in order to strengthen the orientation restraining force by the side of the opposite substrate 20, as shown in the liquid crystal display 180 of drawing 16 , opening 22a may be formed in a counterelectrode 22, and the configuration which forms the 2nd heights 26 in opening 22a may be adopted.

[0103] (Operation gestalt 2) Since the stability of the radial inclination orientation of a liquid crystal molecule improves according to this invention, the advantage becomes remarkable by applying to the liquid crystal display of the structure where the orientation of a liquid crystal molecule tends to become unstable. For example, in the so-called liquid crystal display of the multi-gap method which has the liquid crystal layer from which thickness differs in one picture element field like the mold liquid crystal display both for transparency reflective which has a transparency field and a reflective field to each picture element field, it is difficult for the orientation of a liquid crystal molecule to be that of turbulence or a cone, and to obtain stable radial inclination orientation in response to the effect of a level difference. For example, even if it prepared opening in the electrode and generated slanting electric field as a result of the invention-in-this-application person's examination, it turned out that it is difficult to obtain radial inclination orientation stable enough.

[0104] The operation gestalt 2 explains the operation gestalt which applied this invention to the mold (henceforth "mold in two ways") liquid crystal display both for transparency reflective.

[0105] The structure of the mold liquid crystal display in two ways of the operation gestalt 2 is explained referring to drawing 17 (a), (b), and (c).

[0106] drawing 17 — (— a —) — two ways — a mold — a liquid crystal display — 200 — a plan — drawing 17 — (— b —) — two ways — a mold — a liquid crystal display — 200 — a plan — drawing 17 — (— c —) — drawing 17 — (— a —) — and — (— b —) — 17 — C — 17 — C — ' — a line — having met — a sectional view — it is . In addition, in these drawings, since it is easy, a color filter, a black matrix, TFT, etc. are omitted.

[0107] The mold liquid crystal display 200 in two ways and the picture element electrode 212 of 200' have 212t of transparent electrodes, and reflector 212r. The transparency field T where a transparent electrode 212 displays by the transparent mode is specified, and the reflective field R where reflector 212r displays in reflective mode is specified. 212t of transparent electrodes is formed for example, from an ITO layer, and reflector 212r is formed for example, in an aluminum layer. In addition, it can replace with a reflector 212 and can also use combining a transparency conductive layer and a reflecting layer.

[0108] The thickness of the liquid crystal layer 30 of the transparency field T is formed so that it may become larger than the thickness of the liquid crystal layer 30 of the reflective field R. This is for adjusting the retardation of the transmitted light which passed the liquid crystal layer 30 of the transparency field T, and the retardation of the reflected light which passed the liquid crystal layer 30 of the reflective field R, and it is desirable to make thickness of the liquid crystal layer 30 of the transparency field T into twice [ about ] the thickness of the liquid crystal layer 30 of the reflective field R.

[0109] The difference in the thickness of this liquid crystal layer 30 is given by forming for example, reflector 212r on an insulating layer 213, and forming 212t of transparent electrodes in opening 213a formed in the insulating layer 213. 212t of transparent electrodes is electrically connected to the drain electrode of TFT (un-illustrating), and reflector 212r is connected to 212t of transparent electrodes within opening 213a of an insulating layer 213. Reflector 212r is formed so that the level difference

formed of opening 213a may be covered. Of course, opening 213a may be a crevice.

[0110] By the mold liquid crystal display 200 in two ways, and 200', mutual arrangement with the reflective field R and the transparency field T differs so that drawing 17 (a) and the comparison with (b) may show. These arrangement is not restricted to the illustrated example, but can adopt various arrangement. However, since the field in which the element which does not penetrate light, such as wiring (scan wiring and signal wiring) and TFT, is formed cannot be used as a transparency field T, it has the advantage to which the area of the substantial picture element field which can be used for a display is expandable by forming the reflective field R in the field in which the element which does not penetrate light is formed.

[0111] The mold liquid crystal display 200 in two ways and 200' have the 2nd heights 226 formed in the liquid crystal layer 230 side of a counterelectrode 222 while having opening 212a formed in reflector 212r, and the 1st heights 216 formed on 212t of transparent electrodes in a TFT substrate side. As the operation gestalt 1 was explained in full detail, the radial inclination orientation of the liquid crystal molecule of the liquid crystal layer 230 is stabilized by such orientation restraining force. of course, it is not restricted to the illustrated configuration, but as the operation gestalt 1 explained, various heights and openings formed in the electrode can be boiled and combined.

[0112] However, if the configuration which formed the transparent electrode 213 convex section 216 is adopted, since heights 216 can be formed in the process of patterning for forming the transparent resin layer (a thing with photosensitivity being desirable) used as an insulating layer 213, and forming opening 213 on a transparent electrode 213, there is an advantage which can simplify a manufacture process.

[0113] Moreover, as for reflector 212r, forming so that a level difference may be covered is desirable. Since electric field which form the equipotential line parallel to reflector 212r as be alike, alias a wrap, are generated in a level difference, radial inclination orientation more stable than the time of the level difference section not being covered by reflector 212r is obtained.

[0114] Thus, since according to this invention the heights 16 which have a suitable inclination side face are formed and the core of radial inclination orientation is formed according to the orientation restraining force of the front face, controlling [ form an electrode so that a level difference may be covered, and ] the discontinuity of the orientation of the liquid crystal molecule by the level difference according to the effectiveness of electric field, stable radial inclination orientation is realizable.

[0115] Since the operation of opening 212a or the 2nd heights 226 prepared in the reflective field R is the same as that of the liquid crystal display 130 of the operation gestalt 1 shown in drawing 4, the explanation is omitted here.

[0116] Next, the structure of one picture element field of other mold liquid crystal displays 210 in two ways of the operation gestalt 2 is explained, referring to drawing 18 (a) and (b). Drawing 18 (a) is the plan seen from the substrate normal, and drawing 18 (b) is the sectional view which met the 18B-18B' line of drawing 18 R> 8 (a).

[0117] The transparency field T is established in the center section of the picture element field, and the reflective field R is established in the periphery. Unlike the mold liquid crystal display 200 in two ways, and 200', opening 212a is not formed in reflector 212r. The 2nd six heights 226 are formed in the counterelectrode 222 of the reflective field R. The 2nd six heights 222 are arranged so that two tetragonal lattices may be formed, and the 1st heights 216 are arranged at each core. Thus, by arranging the 1st heights 216 and the 2nd heights 226, the liquid crystal domain of eight radial inclination orientation centering on each is formed in stability.

[0118] Next, the structure of one picture element field of other mold liquid crystal displays 220 in two ways of the operation gestalt 2 is explained, referring to drawing 19 (a) and (b). Drawing 19 (a) is the plan seen from the substrate normal, and drawing 19 (b) is the sectional view which met the 19B-19B' line of drawing 19 R> 9 (a).

[0119] The mold liquid crystal display 220 in two ways is the point that the 2nd heights 226 on a counterelectrode 222 are formed outside the picture element field, and differs from the mold liquid

crystal display 210 in two ways shown in drawing 18.

[0120] Although the liquid crystal domain formed focusing on heights 226 is located in a picture element field and only the part contributes it to a display, other parts do not contribute to a display. However, since heights 226 are arranged so that a tetragonal lattice may be formed, if the part contained in a picture element field is added, two liquid crystal domains will become that the liquid crystal domain is included and an EQC. Namely, xtwo in which about 1/4 of the liquid crystal domain formed near each angle of a rectangular picture element field is contained in to a picture element field (1/4) (x4), and about 1/2 of the liquid crystal domain formed near the center of the long side of a picture element field is contained to a picture element field (1/2). Therefore, the angle-of-visibility property of the mold liquid crystal display 220 in two ways is equivalent to the mold liquid crystal display 210 in two ways, and very excellent.

[0121] However, if heights 226 are formed outside a picture element field (between adjoining picture element fields), even when the optical leakage resulting from the liquid crystal molecule near the heights 226 will arise like the mold liquid crystal display 220 in two ways, deterioration of display grace can be controlled.

[0122] Moreover, with the mold liquid crystal display 220 in two ways, if the mold liquid crystal display 220 in two ways shown in the mold liquid crystal display 210 in two ways shown in drawing 20 (a) and drawing 20 (b) is compared, since heights 226 do not exist in a picture element field, the effective area made to use for a display is large, and a brighter display can be realized, so that clearly.

[0123] Of course, arrangement of heights 226 is not restricted to the above-mentioned example, but can be variously changed according to the configuration and magnitude of a picture element field. For example, it can arrange like the mold liquid crystal displays 240, 250, 260, and 270 in two ways shown in drawing 21 (a), (b), (c), and (d), respectively.

[0124] As shown in drawing 21 (a) and (b), when a picture element field is a square A square transparency field (part to which 212t of transparent electrodes is exposed) is formed in the center section of the picture element field. A reflective field (reflector 212r) may be prepared around it, the 2nd heights 226 formed in an opposite substrate may be arranged so that a tetragonal lattice may be formed in a picture element field, or you may arrange so that a tetragonal lattice may be formed outside a picture element field ( drawing 21 (a)) ( drawing 21 (b)). Of course, also depending on transparency area size (reflective area size comparatively), you may change suitably.

[0125] It is desirable to prepare two or more transparency fields (field where the transparent electrode 212 was exposed), and to prepare a reflective field (reflector 22r) around those especially, like [ when a picture element field is big ] the mold liquid crystal displays 260 and 270 in two ways shown in drawing 21 (c) and (d). That is, if a picture element field becomes large, in order to form radial inclination orientation in stability, it is necessary to increase the number of liquid crystal domains. At this time, as shown in drawing 21 (c), all the 2nd heights 226 may be arranged in a picture element field, and as shown in drawing 2222 (d), heights 226b arranged at the outermost periphery may be formed outside a picture element field. However, it is desirable from a viewpoint of the stability of orientation to arrange so that the heights 226 and the tetragonal lattice by which the heights 226 formed outside a picture element field are also formed in a picture element field may be formed. In addition, it may replace with the 2nd heights and opening may be prepared in a counterelectrode 222 (for example, refer to drawing 19 (b9)).

[0126] In addition, when a picture element field is small, even if it omits the 2nd heights 226 in drawing 21 (a) or (b), radial inclination orientation can be formed in stability using the slanting electric field generated on the edge of the picture element electrode 212.

[0127] Moreover, it is good also as a configuration with which radial inclination orientation is realized by the 2nd heights 226 formed in the location corresponding to the transparency field T of an opposite substrate like the liquid crystal display 280 which omits the 1st heights 216 on a TFT substrate, and is shown in drawing 22 (a) and (b).

[0128] Next, other concrete structures of the mold liquid crystal displays 300 and 310 in two ways are explained, referring to drawing 23 , drawing 24 , and drawing 25 .

[0129] The mold liquid crystal displays 300 and 310 in two ways have the source electrode of TFT342 and TFT342, the signal wiring 343 formed in one, and the gate electrode of TFT342 and the scan wiring 344 formed in one. 312t of transparent electrodes is connected to the drain electrode of TFT342, and reflector 312r is connected to 312t of transparent electrodes in opening 312a prepared in the insulating layer (313 reference of drawing 24 ). Moreover, reflector 312r is formed so that TFT342 may be covered and it may lap with signal wiring 343 and the scan wiring 344 in a periphery. Furthermore, the mold liquid crystal displays 300 and 310 in two ways have the auxiliary capacity wiring 345, and the auxiliary capacity wiring 345 is connected with reflector 312r in the contact hole 347 established in the insulating layer.

[0130] The mold liquid crystal display 300 in two ways shown in drawing 23 has two transparency fields T (refer to drawing 25 ), and the 1st heights 316 are formed in each center. The 2nd heights 326 currently formed in the opposite substrate side are formed outside a picture element field, and are prepared in the field corresponding to signal wiring 343 and the scan wiring 344.

[0131] The mold liquid crystal display 310 in two ways shown in drawing 24 and drawing 25 is the point that many transparency fields T are formed, and differs from the mold liquid crystal display 300 in two ways. Furthermore, the 2nd heights 326 are formed also in the field corresponding to a contact hole 347. By forming the 2nd heights 326 also in this location, the regularity of arrangement of a liquid crystal domain increases and the stability of radial inclination orientation improves. Thus, what is necessary is just to arrange the 2nd heights 326 (or the 1st heights 316 or opening) so that mutual arrangement of a liquid crystal domain may become as regular as possible even when it is difficult for symmetry-of-revolution nature, such as the shape of a tetragonal lattice, to arrange a liquid crystal domain so that highly. Moreover, since the auxiliary capacity wiring 345 is formed with the ingredient which does not let light pass, even if optical leakage occurs near these 2nd heights 326, display grace does not fall. Moreover, as shown in drawing 25 , even if optical leakage occurs near the 2nd heights 326 formed in the field which counters signal wiring 343, since it is shaded by signal wiring 343, display grace does not fall.

[0132] Moreover, it is good also as a configuration with which radial inclination orientation is realized by the 2nd heights 326 formed in the location corresponding to the transparency field T of an opposite substrate like the liquid crystal display 320 which omits the 1st heights 316 formed in a TFT substrate, and is shown in drawing 26 .

[0133] the level difference section (boundary section) which exists among two or more fields in the liquid crystal display of the multi-gap method which has two or more fields where the thickness of a liquid crystal layer differs in one picture element field — an electrode — a wrap — a having already stated passage has desirable things. When heights are arranged at the both sides bordering on the level difference section covered with the electrode, heights may be arranged by turns to both substrates, and heights may be arranged only to one substrate.

[0134] The mold liquid crystal displays 300A and 300B in two ways with which heights have been arranged are typically shown in both substrates at drawing 27 and drawing 28 .

[0135] Mold liquid crystal display in two ways 300A has the 1st heights 316 formed in the TFT substrate side, and the 2nd heights 326 formed in the opposite substrate side, as shown in drawing 27 (a) and (b). The 1st heights 316 are formed in the transparency field T, and the 2nd heights 326 are formed in the reflective field R. That is, the heights which adjoin mutually through the level difference section 306 covered by reflector 312r are formed in a substrate different, respectively.

[0136] The orientation restraining force by the 1st heights 316 prepared in the transparency field T and the orientation restraining force by the 2nd heights 326 prepared in the reflective field R are adjusted mutually. Moreover, since the level difference section 306 between the transparency field T and the reflective field R is covered with reflector 312r, the discontinuity of the orientation of the liquid crystal

molecule resulting from a level difference is controlled by electric field parallel to the front face of the level difference section 306 generated with a wrap electrode in the level difference section 306.

Therefore, since the radial inclination orientation of the liquid crystal domain formed in the liquid crystal layer 330 of the transparency field T, and the radial inclination orientation of the liquid crystal domain formed in the liquid crystal layer 330 of the reflective field R continue smoothly, stable radial inclination orientation is realized.

[0137] Although mold liquid crystal display in two ways 300B shown in drawing 28 (a) and (b) differs from mold liquid crystal display in two ways 300A in the point that the 1st heights 316 formed in the TFT substrate side are formed in the reflective field R, and the 2nd heights 326 formed in the opposite substrate side are formed in the transparency field T, stable radial inclination orientation is realized similarly.

[0138] The mold liquid crystal displays 300C and 300D in two ways with which heights have been arranged are typically shown only in one substrate at drawing 29 and drawing 30.

[0139] Mold liquid crystal display in two ways 300C shown in drawing 29 (a) and (b) has the 1st heights 316 formed in the TFT substrate side to both the transparency field T and the reflective field R, and mold liquid crystal display in two ways 300D shown in drawing 30 (a) and (b) has the 2nd heights 326 formed in the opposite substrate side to both the transparency field T and the reflective field R. That is, in the mold liquid crystal displays 300C and 300D in two ways, the heights which adjoin mutually through the level difference section 306 covered by reflector 312r are formed in the same substrate.

[0140] I can consider also as if have consistency and there are not radial inclination orientation of the liquid crystal domain formed in the transparency field T and radial inclination orientation of the liquid crystal domain formed in the reflective field R, when not taking into consideration the orientation condition of the liquid crystal molecule on the level difference section 306. However, in the mold liquid crystal displays 300C and 300D in two ways, since the level difference section 306 is covered with the electrode (here reflector 312r), the level difference section 306 serves as \*\*\*\*\*, and the liquid crystal domain formed in the transparency field T and the liquid crystal domain formed in the reflective field R take stable radial inclination orientation, respectively.

[0141] That the delicate imbalance resulting from the special configuration of a level difference occurs, and when electric field (equipotential surface) parallel to the front face of the level difference section 306 generate the level difference section 306 with a wrap electrode, this It is because it falls in the direction (direction perpendicular to space in drawing 31) which intersects perpendicularly with the straight line to which the liquid crystal molecule 31 on the level difference section 306 is parallel to a substrate side, and connects 1st heights 316 comrades certainly as shown in drawing 31. Orientation of the liquid crystal domain of the transparency field T and the liquid crystal domain of the reflective field R is carried out so that it may have consistency in three dimension bordering on the liquid crystal molecule 31 with which it fell on the level difference section 306.

[0142] the level difference section (boundary section) which exists among two or more fields in the liquid crystal display of the multi-gap method which has two or more fields where the thickness of a liquid crystal layer differs in one picture element field as mentioned above — an electrode — a wrap — stable radial inclination orientation is obtained by things. What heights are surrounded for by the level difference section from a viewpoint which controls more effectively the discontinuity of the orientation resulting from the level difference section (seen and surrounded from the substrate side normal) is desirable.

[0143] Here, although the mold liquid crystal display in two ways equipped with the transparency field T and the reflective field R was illustrated, of course, it is not limited to this, but stable radial inclination orientation is realized by covering the level difference section with an electrode also in the transparency mold liquid crystal display and reflective mold liquid crystal display of a multi-gap method. It is not limited to the reflector with which the wrap electrode also illustrated the level difference section. The level difference section may be covered with a transparency electrode, and the laminating of a

transparency electrode and the reflector may be carried out to the level difference section.

[0144] Moreover, with this operation gestalt, since rubbing processing is not performed to the perpendicular orientation film, a rubbing muscle does not occur in a display image and the good high display of a contrast ratio is obtained. On the other hand, since the liquid crystal molecule near the substrate front face is made to discover the pre tilt angle of the include angle (for example, 88 degrees – 89 degrees) near 90 degrees when performing orientation regulation by performing rubbing processing to the perpendicular orientation film, black level may vary according to delicate pre tilt angle unevenness. Therefore, dispersion and a rubbing muscle may occur [ a contrast ratio ] locally. Dispersion in black level is because it has bigger effect to a contrast ratio than dispersion in a white level.

[0145] Other mold liquid crystal displays 300E and 300F in two ways are typically shown in drawing 32 and drawing 33 . Like the mold liquid crystal displays 300E and 300F in two ways shown in drawing 32 and drawing 33 , if the heights of the reflective field R are omitted, the area of the field which can be used for the display in the reflective field R increases, and the reflection factor of the light in the reflective field R can be improved.

[0146] Mold liquid crystal display in two ways 300F shown in drawing 33 R> 3 (a) and (b) have the 1st heights 316 formed in the TFT substrate side to the transparency field T to mold liquid crystal display in two ways 300E shown in drawing 32 (a) and (b) having the 2nd heights 326 formed in the opposite substrate side to the transparency field T.

[0147] In mold liquid crystal display in two ways 300F shown in drawing 33 (a) and (b) Since heights (the 1st heights 316) are prepared in the field (field corresponding to the transparency field T of the TFT substrate which specifically has the level difference section 306) in which the level difference is prepared and where the height of a substrate is low In the process of patterning for forming the transparent resin layer (a thing with photosensitivity being desirable) used as an insulating layer 313, and forming opening 313a, heights can be formed and the advantage which can simplify a manufacture process is acquired.

[0148] Moreover, the heights to which radial inclination orientation of the liquid crystal molecule is carried out may serve as the spacer holding spacing between substrates (thickness of a liquid crystal layer). For example, 2nd heights 326' which functions also as a spacer which specifies the thickness of the liquid crystal layer 330 may be formed as heights prepared in the reflective field R like the mold liquid crystal displays 300G, 300H, and 300I in two ways shown in drawing 34 , drawing 35 , and drawing 36 R> 6. As shown in drawing 34 , drawing 35 , and drawing 36 , between the TFT substrate and the opposite substrate (specifically between reflector 312r and counterelectrodes 322), 2nd heights 326' is prepared so that these spacing may be held, and functions as a spacer which specifies the thickness of the liquid crystal layer 330.

[0149] If such a configuration is adopted, since it is not necessary to form separately the spacer which specifies the thickness of the liquid crystal layer 330, a manufacture process is simplified and there is an advantage which can reduce a manufacturing cost. Moreover, in forming a spacer separately in addition to heights, the field in which a spacer is formed turns into a field which does not contribute to a display substantially, but like the mold liquid crystal displays 300G, 300H, and 300I in two ways, if 2nd heights 326' serves as the spacer, the area of the field which can be used for a display will increase and a numerical aperture will improve.

[0150] In addition, if the 2nd heights 326 formed in the transparency field T are formed at the same process using the same ingredient as 2nd heights 326' of the reflective field R which functions as a spacer as shown in drawing 34 (a) and (b), further reduction of a manufacturing cost can be aimed at. Moreover, if the 2nd heights 326 formed in the transparency field T are formed lower than 2nd heights 326' of the reflective field R which functions as a spacer as shown in drawing 35 (a) and (b), since the liquid crystal molecule's existence probability for the area of the inclination side face of heights to become small, and to cause optical leakage will become low, a contrast ratio improves. Since the 1st heights 316 can be formed in the process which forms opening 313a in an insulator layer 313 as were



shown in drawing 3636 (a) and (b), and it already said that the 1st heights 316 formed in the TFT substrate side are arranged to the transparency field T, further reduction of a manufacturing cost can be aimed at.

[0151] At drawing 27 - drawing 36, although the case where the area of the transparency field T was larger than the area of the reflective field R was shown in each picture element field, of course, it cannot be overemphasized like the mold liquid crystal displays 300J and 300K in two ways shown in drawing 37 and drawing 38 that the area of the reflective field R may be larger than the area of the transparency field T. As shown in drawing 37 (a) and (b), two reflective fields R may be arranged so that it may face across the transparency field T, and as shown in drawing 38 (a) and (b), the transparency field T may be arranged at the end of a picture element field. What is necessary is just to opt for arrangement of the reflective field R according to arrangement of the element which does not penetrate light, such as wiring (scan wiring, signal wiring, auxiliary capacity wiring, etc.) and TFT. Since the field in which the element which does not penetrate light is formed cannot be used as a transparency field T, it can expand the area of the substantial picture element field which can be used for a display by forming the reflective field R in the field in which the element which does not penetrate light is formed.

[0152] Other mold liquid crystal displays 300L and 300M in two ways equipped with two reflective fields R arranged so that the transparency field T may be inserted into drawing 39 and drawing 40 in the picture element field are shown typically.

[0153] drawing 39 -- (--- a ---) -- and -- (--- b ---) -- having been shown -- two ways -- a mold -- a liquid crystal display -- 300 -- L -- transparency -- a field -- T -- and -- two -- a \*\* -- reflection -- a field -- R -- respectively -- alike -- opposite -- a substrate -- a side -- forming -- having had -- the -- two -- heights -- 326 -- 326 -- ' -- having -- \*\*\*\* -- one side -- reflection -- a field -- R -- forming -- having had -- the -- two -- heights -- 326 -- ' -- as a spacer -- functioning .

[0154] Mold liquid crystal display in two ways 300L shown in drawing 40 (a) and (b) has 2nd heights 326' formed in the opposite substrate side to one reflective field R while having the 1st heights 316 formed in the TFT substrate side to the transparency field T. 2nd heights 326' formed in one reflective field R functions also as a spacer. Thus, the heights of the reflective field R of another side are omitted, and if the 1st heights 316 formed in the TFT substrate side are arranged to the transparency field T, improvement in a numerical aperture and reduction of a manufacturing cost can be aimed at.

[0155] In addition, in explanation of the operation gestalt mentioned above, as heights formed on a substrate, although truncated-cone-like heights were illustrated, the configuration of heights is not limited to this. Heights 16' whose cross-section configuration where the substrate side as shown in drawing 41 (a), (b), and (c) was met is an abbreviation cross-joint form may be used.

[0156] Heights 16' shown in drawing 41 (a), (b), and (c) has 16s of inclination side faces, and 16t of top faces, and 16s of inclination side faces inclines at the include angle theta to the front face (parallel to the front face of a substrate 11) of the picture element electrode 12. Of course, there may not be 16t of top faces.

[0157] Since the area of 16s of inclination side faces in which a cross-section configuration does orientation restraining force to the liquid crystal molecule 31 of the liquid crystal layer 30 compared with the heights which occupy a comparable area in an approximate circle form is large, heights 16' whose cross-section configuration is an abbreviation cross-joint form discovers bigger orientation restraining force to the liquid crystal molecule 31. Therefore, if the cross-section configuration shown in drawing 41 R> 1 (a), (b), and (c) uses heights 16' of an abbreviation cross-joint form, radial inclination orientation will be stabilized more and the speed of response at the time of impressing an electrical potential difference will improve.

[0158] The speed of response of the liquid crystal display equipped with heights 16' whose liquid crystal display and cross-section configuration which equipped drawing 42 with the heights whose cross-section configuration is an approximate circle form are an abbreviation cross-joint form is shown.

Drawing 42 R> 2 is a graph by which cel thickness (micrometer) is shown on an axis of abscissa, and a

speed of response (msec) is shown on an axis of ordinate. O in drawing 42 shows the case where a cross-section configuration is an approximate circle form, and + shows the case where a cross-section configuration is an abbreviation cross-joint form. As shown in drawing 42, the direction in case a cross-section configuration is an abbreviation cross-joint form has a speed of response quicker than the case where a cross-section configuration is an approximate circle form.

[0159] Of course, if size of heights is enlarged, since the area of an inclination side face also becomes large, orientation restraining force can be enlarged also by enlarging size of heights, but since the area which heights occupy in a picture element field will also become large if size of heights is enlarged, the area of the field used for the display of a picture element field becomes small, and a numerical aperture falls. On the other hand, if a cross-section configuration is made into an abbreviation cross-joint form, since area of an inclination side face can be enlarged without enlarging area which heights occupy compared with the case where a cross-section configuration is an approximate circle form, orientation restraining force over the liquid crystal molecule 31 can be enlarged, without reducing a numerical aperture.

[0160] Moreover, directivity can be given to a liquid crystal molecule's which carries out orientation's along with each of all direction of azimuth existence probability when a cross-section configuration uses heights 16' of an abbreviation cross-joint form. Therefore, when a cross-section configuration uses heights 16' of an abbreviation cross-joint form for the liquid crystal display equipped with the polarizing plate, while permeability improves and a brighter display is realized by optimizing the arrangement relation between the polarization shaft orientations of a polarizing plate, and the direction where a cross joint is prolonged, a contrast ratio improves. Hereafter, it explains in more detail.

[0161] When the cross-section configuration of heights is an approximate circle form, the transparency directivity on the strength to applied voltage (V) in case the cross-section configuration of heights is an abbreviation cross-joint form is shown in drawing 43. The broken line in drawing 43 shows transparency directivity on the strength in case a cross-section configuration is an approximate circle form, and the continuous line shows transparency directivity on the strength in case a cross-section configuration is an abbreviation cross-joint form. When transparency directivity on the strength makes  $I+$  transparency reinforcement in arrangement with the polarizing plate of the pair prepared in the cross Nicol's prism condition and transparency reinforcement when rotating 45 degrees of polarization shafts from the arrangement is made into  $I_x$ , it is expressed with  $I+/(I+I_x)$ . When the cross-section configuration of heights is an abbreviation cross-joint form, transparency reinforcement when the polarization shaft orientations of a polarizing plate are in agreement in the direction in which a cross joint is prolonged is made into  $I+$ . When transparency directivity on the strength is set to 0.5 when the liquid crystal molecule is carrying out orientation by the equivalent probability to all the direction of an azimuth, and perfect division orientation is made, transparency directivity on the strength is set to 0 or 1.

[0162] When the cross-section configuration of heights is an approximate circle form, transparency directivity on the strength is about 0.5 regardless of applied voltage, as shown in drawing 43. This is because a liquid crystal molecule carries out orientation by the equivalent probability to all the direction of an azimuth at the time of no electrical-potential-difference impressing and electrical-potential-difference impression, when a cross-section configuration is an approximate circle form.

[0163] On the other hand, when the cross-section configuration of heights is an abbreviation cross-joint form, as shown in drawing 43, when a sufficiently big electrical potential difference is impressed, it is larger [transparency directivity on the strength is smaller than 0.5 at the time of no electrical-potential-difference impressing and] than 0.5. If this makes in agreement with the direction where a cross joint is prolonged the polarization shaft orientations of the polarizing plate arranged at the cross Nicol's prism condition, it can realize a darker black display and a brighter white display, and means that a contrast ratio can be improved. This reason is explained below.

[0164] First, why a darker black display is realized is explained, referring to drawing 44 (a), (b), and (c). Drawing 44 (a), (b), and (c) are drawings showing typically the orientation condition of the liquid crystal

molecule 31 at the time of no electrical-potential-difference impressing. drawing 44 — (— a —) — a cross section — a configuration — abbreviation — a cross joint — a form — heights — 16 — ' — preparing — having — \*\*\*\* — a case — being shown — a plan — it is — drawing 44 — (— b —) — a cross section — a configuration — an approximate circle — a form — heights — 16 — preparing — having — \*\*\*\* — a case — being shown — a plan — it is — drawing 44 — (— c —) — drawing 44 — (— a —) — and — (— b —) — 44 — C — 44 — C — ' — a line — having met — a sectional view — corresponding .

[0165] Since the liquid crystal molecule 31 which carried out inclination orientation according to the anchoring effectiveness of 16s of inclination side faces exists at the time of no electrical-potential-difference impressing as shown in drawing 44 (c), optical leakage may take place according to the birefringence effectiveness of such a liquid crystal molecule 31 that is carrying out inclination orientation.

[0166] When a cross-section configuration is an abbreviation cross-joint form, as shown in drawing 44 (a), the direction of an azimuth of the direction of orientation of the liquid crystal molecule 31 which carries out inclination orientation is parallel or perpendicular to the direction (the 1st direction FD which carries out an abbreviation rectangular cross mutually, and the 2nd direction SD) where a cross joint is prolonged at the time of no electrical-potential-difference impressing. Therefore, if the polarization shaft orientation of a polarizing plate is made in agreement with the direction where a cross joint is prolonged, to the polarization shaft of a polarizing plate, as for parallel or the liquid crystal molecule 31 which is carrying out inclination orientation at the time of no electrical-potential-difference impressing since it becomes perpendicular, the direction of an azimuth of the direction of orientation of the liquid crystal molecule 31 which carries out inclination orientation at the time of no electrical-potential-difference impressing will not give phase contrast to incident light, but generating of optical leakage will be controlled.

[0167] On the other hand, when a cross-section configuration is an approximate circle form, as shown in drawing 44 (b), since orientation of the liquid crystal molecule 31 which carries out inclination orientation in response to the effect of 16s of inclination side faces is carried out by the equivalent probability to all the direction of an azimuth, however it may set up the polarization shaft orientations of a polarizing plate, the liquid crystal molecule which is carrying out orientation will exist in the direction which inclined to the polarization shaft. Therefore, optical leakage may occur.

[0168] As mentioned above, by optimizing the polarization shaft orientations of a polarizing plate as a cross-section configuration is an abbreviation cross-joint form, generating of optical leakage at the time of no electrical-potential-difference impressing can be controlled, and a darker black display can be realized.

[0169] Next, why a brighter white display is attained is explained, referring to drawing 45 (a) and (b).

Drawing 45 (a) and (b) are drawings showing typically the orientation condition of the liquid crystal molecule 31 at the time of electrical-potential-difference impression. Drawing 45 (b) is a plan in which drawing 45 (a) shows the case where a cross-section configuration is the plan showing the case where the heights 16 of an approximate circle form are formed, and the cross-section configuration is established for heights 16' of an abbreviation cross-joint form.

[0170] When the heights 16 of an approximate circle form are formed, the cross-section configuration is carrying out orientation of the liquid crystal molecule 31 of about 16s of inclination side faces by the equivalent probability to all the direction of an azimuth in response to the orientation restraining force (the anchoring effectiveness) of 16s of inclination side faces at the time of no electrical-potential-difference impressing, as shown in drawing 44 (b). Therefore, if an electrical potential difference is impressed to the liquid crystal layer 30, the surrounding liquid crystal molecule 31 will fall in the direction of orientation of the liquid crystal molecule 31 which inclined in response to the orientation restraining force of 16s of inclination side faces, and the direction to adjust, and as shown in drawing 45 (a), orientation of the liquid crystal molecule 31 of the liquid crystal layer 30 will be carried out by the

equivalent probability to all the direction of an azimuth.

[0171] On the other hand, the direction of an azimuth of the direction of orientation of the liquid crystal molecule 31 in which a cross-section configuration carries out inclination orientation at the time of no electrical-potential-difference impressing when heights 16' of an abbreviation cross-joint form is prepared is parallel or perpendicular to the direction (the 1st direction FD which carries out an abbreviation rectangular cross mutually, and the 2nd direction SD) where a cross joint is prolonged, as shown in drawing 44 (a). So, when an electrical potential difference is impressed to the liquid crystal layer 30, as the surrounding liquid crystal molecule 31 falls in the direction of orientation of the liquid crystal molecule 31 which inclined in response to the orientation restraining force of 16s of inclination side faces, and the direction to adjust, consequently it is shown in drawing 45 (b), a liquid crystal molecule's 31 which carries out orientation's along direction which makes about 45-degree angle's to direction where cross joint's is prolonged existence probability becomes comparatively high. Therefore, so that the polarization shaft orientations of the polarizing plate of a pair and the direction where a cross joint is prolonged may be in agreement Namely, in parallel [ one polarization shaft of the polarizing plate of a pair ] with the 1st direction FD, so that the polarization shaft of another side of the polarizing plate of a pair may become the 2nd direction SD and parallel Since the liquid crystal molecule's 31 which carries out orientation's along direction which makes about 45-degree angle's to polarization shaft of polarizing plate existence probability is comparatively high when the polarizing plate of a pair is arranged, the permeability of light improves.

[0172] As mentioned above, by optimizing the polarization shaft orientations of a polarizing plate as a cross-section configuration is an abbreviation cross-joint form, the permeability of the light at the time of electrical-potential-difference impression can be raised, and a brighter white display can be realized.

[0173] in addition — a cross section — a configuration — abbreviation — a cross joint — a form — heights — 16 — ' — \*\*\*\*\* — drawing 41 — (— a —) — and — (— b —) — setting — a straight line — \*\* — the side — from — constituting — having had — abbreviation — a cross joint — a form — a cross section — a configuration — having — heights — 16 — ' — having been shown — although — of course — this — limiting — not having — a curve — \*\* — the side — containing — constituting — having had — abbreviation — a cross joint — a form — a cross section — a configuration — it is — even if — a \*\*\*\* — effectiveness — obtaining — having . it is shown in drawing 46 (a) — as — four quadrants — you may be the abbreviation cross-joint form constituted including the circular side, and it is shown in drawing 46 (b) — as — four quadrants — you may be the abbreviation cross-joint form which consisted of only the circular sides. It is desirable that it is the abbreviation cross-joint form which consisted of the straight-line-like sides where orientation restraining force was shown in drawing 41 (a) and (b) from a viewpoint to enlarge, without reducing a numerical aperture.

[0174] A cross-section configuration explains the mold liquid crystal display in two ways to an example for the example of arrangement of the heights of an abbreviation cross-joint form. In addition, in the following explanation, although the case where a cross-section configuration prepares the heights of an abbreviation cross-joint form on an opposite substrate is explained, of course, you may prepare on a TFT substrate, and a cross-section configuration may use combining the heights of an approximate circle form etc. so that it may mention later.

[0175] for example, like the mold liquid crystal displays 290a and 290b in two ways shown in drawing 47 (a) and (b) Like the mold liquid crystal displays 290c and 290d in two ways which may prepare heights 226' on an opposite substrate in the field corresponding to a transparency field (212t of transparent electrodes), and are shown in drawing 48 (a) and (b) Heights 226' on an opposite substrate may be prepared so that it may be shared by both a transparency field (212t of transparent electrodes), and the reflective field (reflector 212r). The arrangement shown in drawing 47 (a) and (b) from a viewpoint of a numerical aperture is desirable, and the arrangement shown in drawing 48 (a) and (b) from a viewpoint which enlarges orientation restraining force and raises a speed of response is desirable.

[0176] Moreover, as shown in drawing 47 (a) and drawing 48 (a), may prepare heights 226' so that the

direction where a cross joint is prolonged to the side which specifies a picture element field may become perpendicular or parallel, and Although heights 226' may be prepared so that the direction where a cross joint is prolonged to the side which specifies a picture element field may incline (for example, the include angle of about 45 degrees is made like) as shown in drawing 47 (b) and drawing 48 (b), it also sets to arrangement [ which ]. Permeability and a contrast ratio can be raised by making the polarization shaft orientations of a polarizing plate in agreement with the direction where a cross joint is prolonged. Conversely, if it says, when arrangement of a polarizing plate has constraint, permeability can be raised by optimizing arrangement (direction where a cross joint is prolonged) of heights 226'.

[0177] The concrete structure of the mold liquid crystal displays 330 and 340 in two ways where the cross-section configuration equipped the opposite substrate side with heights 326' of an abbreviation cross-joint form is explained referring to drawing 49 , drawing 50 , and drawing 51 . Drawing 49 is the plan showing typically the mold liquid crystal display 330 in two ways, drawing 50 is equivalent to the sectional view which met the 50A-50A' line in drawing 49 , and drawing 51 is the plan showing typically the mold liquid crystal display 340 in two ways. In addition, in the following explanation, the component of the mold liquid crystal displays 300 and 310 in two ways shown in drawing 23 , drawing 24 , and drawing 25 and the component which has the same function substantially are shown using the same reference mark, and the explanation is omitted.

[0178] The mold liquid crystal displays 330 and 340 in two ways shown in drawing 49 , drawing 50 , and drawing 51 have two transparency fields T in a picture element field, and heights 326' of an abbreviation cross-joint form is formed for the cross-section configuration on the counterelectrode 322 so that it may be located in each center.

[0179] The mold liquid crystal display 330 in two ways shown in drawing 49 and drawing 50 The mold liquid crystal display 340 in two ways shown in drawing 51 to the direction where a cross joint is prolonged to the side which specifies a picture element field having a perpendicular or heights 326' prepared so that it might become parallel It differs in the point of having heights 326' prepared so that the direction where a cross joint is prolonged to the side which specifies a picture element field might incline (for example, the include angle of about 45 degrees is made like).

[0180] In the mold liquid crystal displays 330 and 340 in two ways shown in drawing 49 , drawing 50 , and drawing 51 , although heights 326' is prepared in the transparency field T, of course, heights 326' may be prepared in the reflective field R, and heights 326' may be prepared like the mold liquid crystal display 350 in two ways shown in drawing 52 , drawing 53 (a), and (b) so that it may be shared by both the transparency field T and the reflective field R.

[0181] moreover, the heights 326 which adjoined like the mold liquid crystal display 360 in two ways which may prepare heights 326' which became independent, respectively like the mold liquid crystal display 350 in two ways shown in drawing 52 , drawing 53 (a), and (b), and is shown in drawing 54 — '(heights 326' formed in other picture element fields is included) the heights 326 by which comrades were formed in one' may be formed.

[0182] In addition, in above-mentioned explanation, although the cross-section configuration explained the case where only the heights of an abbreviation cross-joint form were prepared, of course, it is not limited to this, but a cross-section configuration may use combining the heights of an abbreviation cross-joint form, and the heights of other cross-section configurations. Moreover, although the case where the heights of an abbreviation cross-joint form were formed in one substrate (opposite substrate) side for a cross-section configuration, and heights were not formed in the substrate (TFT substrate) side of another side in above-mentioned explanation was explained Of course, it is not limited to this, but the cross-section configuration formed in one substrate side may use combining the heights of an abbreviation cross-joint form, and the heights formed in the substrate side of another side.

[0183] A cross-section configuration shows the liquid crystal display 190 with which the 1st heights 16 and the cross-section configuration of an approximate circle form are equipped with 2nd heights 26' of an abbreviation cross-joint form typically to drawing 55 (a) and (b). Drawing 55 (a) is the plan showing

the liquid crystal table display 190 typically, and drawing 55 (b) is equivalent to the sectional view which met the 55B-55B' line in drawing 55 (a).

[0184] The liquid crystal display 190 has two or more 1st heights 16 formed in the liquid crystal layer 30 side of the TFT substrate 10, and two or more 2nd heights 26' formed in the liquid crystal layer 30 side of the opposite substrate 20. The 1st heights 16 have the cross-section configuration of an approximate circle form, and 2nd heights 26' has the cross-section configuration of an abbreviation cross-joint form.

[0185] As shown in drawing 55 (a), the 1st nine heights 16 are arranged so that four tetragonal lattices may be formed, and 2nd heights 26' is located at each core of four tetragonal lattices. Furthermore, four 2nd heights 26' also forms the tetragonal lattice. The radial inclination orientation of the liquid crystal domain where a cross-section configuration is formed in the liquid crystal layer 30 at the time of electrical-potential-difference impression by arranging the 1st heights 16 and 2nd heights 26' in this way also when the 1st heights 16 and the cross-section configuration of an approximate circle form use combining 2nd heights 26' of an abbreviation cross-joint form is stabilized further.

[0186] A cross-section configuration shows the mold liquid crystal display 370 in two ways with which the 1st heights 316 and the cross-section configuration of an approximate circle form are equipped with 2nd heights 326' of an abbreviation cross-joint form typically to drawing 56.

[0187] The mold liquid crystal display 370 in two ways shown in drawing 56 has two transparency fields T, and 2nd heights 326' of an abbreviation cross-joint form is formed for the cross-section configuration on the counterelectrode 322 so that it may be located in each center. The 1st heights 316 currently formed in the TFT substrate side are formed outside a picture element field, and are prepared in the field corresponding to signal wiring 343 and the scan wiring 344. As shown in drawing 56, while the 1st six heights 16 are arranged so that two tetragonal lattices may be formed, 2nd heights 26' is located at each core of two tetragonal lattices, and radial inclination orientation is further stabilized by that.

[0188] (Arrangement of a polarizing plate and a phase contrast plate) The so-called perpendicular orientation mold liquid crystal display with which the liquid crystal molecule which has a negative dielectric constant anisotropy is equipped with the liquid crystal layer which carries out perpendicular orientation at the time of no electrical-potential-difference impressing can be displayed with various display modes. For example, it is applied also to the display mode which combined the rotatory-polarization mode, rotatory-polarization mode, and birefringence mode other than the birefringence mode displayed by controlling the rate of a birefringence of a liquid crystal layer by electric field. The liquid crystal display in birefringence mode can be obtained by preparing the polarizing plate of a pair in the outside (the liquid crystal layer 30 and opposite side) of the substrate (for example, a TFT substrate and an opposite substrate) of the pair of all the liquid crystal displays explained with the previous operation gestalten 1 and 2. Moreover, a phase contrast compensation component (typically phase contrast plate) may be prepared if needed. Furthermore, even if it uses approximate circle polarization, a bright liquid crystal display can be obtained.

[0189]

[Effect of the Invention] According to this invention, the display grace of the liquid crystal display which has the conventional extensive viewing-angle property can be further improved by raising the stability of the orientation of the liquid crystal domain which has radial inclination orientation. Furthermore, even if radial inclination orientation collapses according to external force, the reliable liquid crystal display with which radial inclination orientation may be restored easily is offered.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing showing typically the structure of one picture element field of the liquid crystal display 100 of the operation gestalt 1 by this invention, and is the sectional view where (a) met the plan and (b) met the 1B-1B' line in (a).

[Drawing 2] It is the fragmentary sectional view of other liquid crystal displays 110 of the operation gestalt 1, and (a) is drawing in which (b) shows typically the orientation condition of the liquid crystal molecule 31 at the time of electrical-potential-difference impression (halftone electrical potential difference) at the time of no electrical-potential-difference impressing.

[Drawing 3] It is drawing showing typically the structure of one picture element field of other liquid crystal displays 120 of the operation gestalt 1, and is the sectional view where (a) met the plan and (b) met the 3B-3B' line in (a).

[Drawing 4] It is drawing showing typically the structure of one picture element field of other liquid crystal displays 130 of the operation gestalt 1, and is the sectional view where (a) met the plan and (b) met the 4B-4B' line in (a).

[Drawing 5] It is drawing showing typically the structure of one picture element field of other liquid crystal displays 150 of the operation gestalt 1, and is the sectional view where (a) met the plan and (b) met the 5B-5B' line in (a).

[Drawing 6] It is drawing having shown the electric field generated when an electrical potential difference is impressed to the liquid crystal layer 30 shown in drawing 5 (b) using the equipotential line EQ.

[Drawing 7] (a) - (d) is a mimetic diagram for explaining the orientation restraining force by the electric field which act on the liquid crystal molecule 31.

[Drawing 8] It is the fragmentary sectional view of a liquid crystal display 150, and (a) is drawing in which (b) shows typically the orientation condition of the liquid crystal molecule 31 at the time of electrical-potential-difference impression (halftone electrical potential difference) at the time of no electrical-potential-difference impressing.

[Drawing 9] It is the mimetic diagram showing the orientation condition of the liquid crystal molecule 31 seen from the substrate top face of a liquid crystal display 150, and (a) shows electrical-potential-difference the condition of not impressing, and (b) shows an electrical-potential-difference impression condition.

[Drawing 10] (a) - (c) is drawing for explaining the arrangement relation of the heights 16 and opening 12a which are used for the liquid crystal display of this invention.

[Drawing 11] It is drawing showing typically the structure of one picture element field of other liquid crystal displays 160 of the operation gestalt 1, and is the sectional view where (a) met the plan and (b) met the 11B-11B' line in (a).

[Drawing 12] It is the mimetic diagram showing the orientation condition of the liquid crystal molecule 31 seen from the substrate top face when impressing an electrical potential difference to the liquid crystal layer 30 of a liquid crystal display 160.

[Drawing 13] It is drawing showing typically the structure of one picture element field of other liquid

crystal displays 170 of the operation gestalt 1, and is the sectional view where (a) met the plan and (b) met the 13B-13B' line in (a).

[Drawing 14] It is drawing having shown the electric field generated when an electrical potential difference is impressed to the liquid crystal layer 30 shown in drawing 13 (b) using the equipotential line EQ.

[Drawing 15] It is the mimetic diagram showing the orientation condition of the liquid crystal molecule 31 seen from the substrate top face when impressing an electrical potential difference to the liquid crystal layer 30 of a liquid crystal display 170.

[Drawing 16] It is drawing showing typically the structure of one picture element field of other liquid crystal displays 180 of the operation gestalt 1, and is the sectional view where (a) met the plan and (b) met the 16B-16B' line in (a).

[Drawing 17] operation — a gestalt — two — two ways — a mold — a liquid crystal display — 200 — and — 200 — ' — one — a \*\* — a picture element — a field — structure — typical — being shown — drawing — it is — (— a —) — two ways — a mold — a liquid crystal display — 200 — a plan — (— b —) — two ways — a mold — a liquid crystal display — 200 — ' — a plan — (— c —) — (— a —) — and — (— b —) — inside — 17 — C — 17 — C — ' — a line — having met — a sectional view — it is .

[Drawing 18] It is drawing showing typically the structure of one picture element field of other mold liquid crystal displays 210 in two ways of the operation gestalt 2, and is the sectional view where (a) met the plan and (b) met the 18B-18B' line in (a).

[Drawing 19] It is drawing showing typically the structure of one picture element field of other mold liquid crystal displays 220 in two ways of the operation gestalt 2, and is the sectional view where (a) met the plan and (b) met the 19B-19B' line in (a).

[Drawing 20] (a) is the plan of the mold liquid crystal display 210 in two ways, and (b) is the plan of the mold liquid crystal display 220 in two ways.

[Drawing 21] (a) - (d) is the plan showing typically the structure of one picture element field of other mold liquid crystal displays 240, 250, 260, and 270 in two ways of the operation gestalt 2.

[Drawing 22] It is drawing showing typically the structure of one picture element field of other mold liquid crystal displays 280 in two ways of the operation gestalt 2, and is the sectional view where (a) met the plan and (b) met the 22B-22B' line in (a).

[Drawing 23] It is the plan showing typically the structure of one picture element field of other mold liquid crystal displays 300 in two ways of the operation gestalt 2.

[Drawing 24] It is the plan showing typically the structure of one picture element field of other mold liquid crystal displays 310 in two ways of the operation gestalt 2.

[Drawing 25] It is the sectional view which met the 24A-24A' line in drawing 23 which shows typically the structure of one picture element field of the mold liquid crystal display 310 in two ways.

[Drawing 26] It is the plan showing typically the structure of one picture element field of other mold liquid crystal displays 320 in two ways of the operation gestalt 2.

[Drawing 27] It is drawing showing typically the structure of one picture element field of other mold liquid crystal display in two ways 300A of the operation gestalt 2, and (a) is a plan and (b) is a sectional view.

[Drawing 28] It is drawing showing typically the structure of one picture element field of other mold liquid crystal display in two ways 300B of the operation gestalt 2, and (a) is a plan and (b) is a sectional view.

[Drawing 29] It is drawing showing typically the structure of one picture element field of other mold liquid crystal display in two ways 300C of the operation gestalt 2, and (a) is a plan and (b) is a sectional view.

[Drawing 30] It is drawing showing typically the structure of one picture element field of other mold liquid crystal display in two ways 300D of the operation gestalt 2, and (a) is a plan and (b) is a sectional view.



[Drawing 31] It is the mimetic diagram showing the orientation condition of the liquid crystal molecule 31 when impressing an electrical potential difference to the liquid crystal layer 330 of mold liquid crystal display in two ways 300D.

[Drawing 32] It is drawing showing typically the structure of one picture element field of other mold liquid crystal display in two ways 300E of the operation gestalt 2, and (a) is a plan and (b) is a sectional view.

[Drawing 33] It is drawing showing typically the structure of other one picture element field of mold liquid crystal display in two ways 300F of the operation gestalt 2, and (a) is a plan and (b) is a sectional view.

[Drawing 34] It is drawing showing typically the structure of other one picture element field of mold liquid crystal display in two ways 300G of the operation gestalt 2, and (a) is a plan and (b) is a sectional view.

[Drawing 35] It is drawing showing typically the structure of other one picture element field of mold liquid crystal display in two ways 300H of the operation gestalt 2, and (a) is a plan and (b) is a sectional view.

[Drawing 36] It is drawing showing typically the structure of one picture element field of other mold liquid crystal display in two ways 300I of the operation gestalt 2, and (a) is a plan and (b) is a sectional view.

[Drawing 37] It is drawing showing typically the structure of other one picture element field of mold liquid crystal display in two ways 300J of the operation gestalt 2, and (a) is a plan and (b) is a sectional view.

[Drawing 38] It is drawing showing typically the structure of other one picture element field of mold liquid crystal display in two ways 300K of the operation gestalt 2, and (a) is a plan and (b) is a sectional view.

[Drawing 39] It is drawing showing typically the structure of one picture element field of other mold liquid crystal display in two ways 300L of the operation gestalt 2, and (a) is a plan and (b) is a sectional view.

[Drawing 40] It is drawing showing typically the structure of other one picture element field of mold liquid crystal display in two ways 300M of the operation gestalt 2, and (a) is a plan and (b) is a sectional view.

[Drawing 41] this invention — depending — a liquid crystal display — using — having — others — heights — 16 — ' — typical — being shown — drawing — it is — (— a —) — and — (— b —) — a plan — (— c —) — (— a —) — and — (— b —) — inside — 41 — C — 41 — C — ' — a line — having met — a sectional view — it is .

[Drawing 42] A liquid crystal display and a cross-section configuration equipped with the heights whose cross-section configuration is an approximate circle form are the graph which shows the speed of response of the liquid crystal display equipped with the heights which are abbreviation cross-joint forms.

[Drawing 43] When the cross-section configuration of heights is an approximate circle form, it is the graph which shows the transparency directivity on the strength to applied voltage (V) in case the cross-section configuration of heights is an abbreviation cross-joint form.

[Drawing 44] It is drawing showing typically the orientation condition of the liquid crystal molecule 31 at the time of no electrical-potential-difference impressing, and, for (a), the plan showing the case where the heights of an approximate circle form are prepared, and (c of the plan in which a cross-section configuration shows the case where the heights of an abbreviation cross-joint form are prepared, and (b)) are the sectional views where the cross-section configuration met the 44C-44C' line of (a) and (b).

[Drawing 45] It is drawing showing typically the orientation condition of the liquid crystal molecule 31 at the time of electrical-potential-difference impression, and, for (a), the plan in which a cross-section configuration shows the case where the heights of an approximate circle form are prepared, and (b) are plans in which a cross-section configuration shows the case where the heights of an abbreviation

cross-joint form are prepared.

[Drawing 46] (a) And (b) is the plan showing other heights 16' in the pan used for the liquid crystal display by this invention typically.

[Drawing 47] It is drawing showing typically the structure of one picture element field of other mold liquid crystal displays 290a and 290b in two ways of the operation gestalt 2, and (a) is the plan of mold liquid crystal display in two ways 290a, and (b) is the plan of mold liquid crystal display in two ways 290b.

[Drawing 48] It is drawing showing typically the structure of one other mold liquid crystal displays [ of the operation gestalt 2 / in two ways / 290c and 290d ] picture element field, and (a) is the plan of mold liquid crystal display in two ways 290c, and (b) is the plan of 290d of mold liquid crystal displays in two ways.

[Drawing 49] It is the plan showing typically the structure of one picture element field of other mold liquid crystal displays 330 in two ways of the operation gestalt 2.

[Drawing 50] It is the sectional view which met the 50A-50A' line in drawing 49 which shows typically the structure of one picture element field of the mold liquid crystal display 330 in two ways.

[Drawing 51] It is the plan showing typically the structure of one picture element field of other mold liquid crystal displays 340 in two ways of the operation gestalt 2.

[Drawing 52] It is the plan showing typically the structure of one picture element field of other mold liquid crystal displays 350 in two ways of the operation gestalt 2.

[Drawing 53] It is the sectional view showing typically the structure of one picture element field of the mold liquid crystal display 350 in two ways, and the sectional view where (a) met the 53A-53A' line in drawing 52 , and (b) are the sectional views which met the 53B-53B' line in drawing 52 .

[Drawing 54] It is the plan showing typically the structure of one picture element field of other mold liquid crystal displays 360 in two ways of the operation gestalt 2.

[Drawing 55] It is drawing showing typically the structure of one picture element field of the liquid crystal display 190 of other operation gestalten by this invention, and is the sectional view where (a) met the plan and (b) met the 55B-55B' line in (a).

[Drawing 56] It is the plan showing typically the structure of one picture element field of the mold liquid crystal display 370 in two ways of other operation gestalten by this invention.

[Description of Notations]

10 TFT Substrate

11 Glass Substrate

12 Picture Element Electrode

16 16' Heights

16s Inclination side face

16t Top face

20 Opposite Substrate

21 Glass Substrate

30 Liquid Crystal Layer

31 Liquid Crystal Molecule

100 Liquid Crystal Display

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-167253

(P2003-167253A)

(43) 公開日 平成15年6月13日 (2003.6.13)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
G 0 2 F	1/1337	G 0 2 F	2 H 0 9 0
	1/1335		2 H 0 9 1
	1/1368		2 H 0 9 2

審査請求 未請求 請求項の数25 O L (全 34 頁)

(21) 出願番号 特願2002-81048 (P2002-81048)

(22) 出願日 平成14年3月22日 (2002.3.22)

(31) 優先権主張番号 特願2001-112705 (P2001-112705)

(32) 優先日 平成13年4月11日 (2001.4.11)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願2001-285593 (P2001-285593)

(32) 優先日 平成13年9月19日 (2001.9.19)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005049  
シャープ株式会社  
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 荻島 清志  
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ャープ株式会社内

(72) 発明者 久保 真澄  
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ャープ株式会社内

(74) 代理人 100101683  
弁理士 奥田 誠司 (外4名)

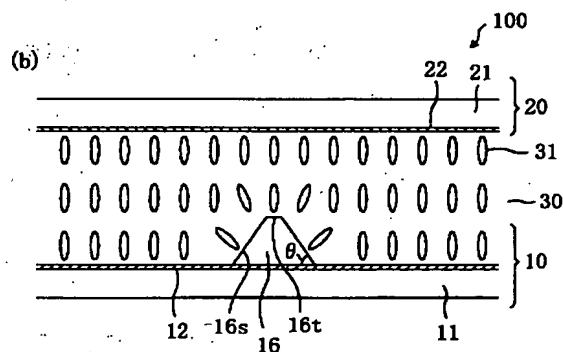
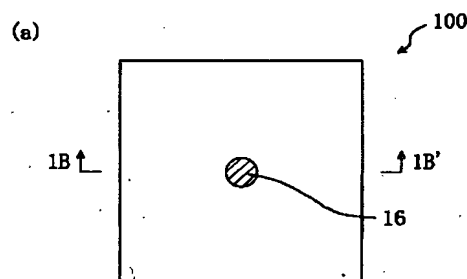
最終頁に続く

## (54) 【発明の名称】 液晶表示装置

## (57) 【要約】

【課題】 広視野角特性を有し、表示品位の高い液晶表示装置を提供する。

【解決手段】 第1基板10と第2基板20との間に設けられた垂直配向型の液晶層30を有する。第1基板10の第1電極12と、第2基板20の液晶層30側に設けられた第2電極22とによって絵素領域が規定される。第1基板10は、複数の絵素領域のそれぞれに対応して、傾斜した側面を有する少なくとも1つの第1凸部16を液晶層30側に有し、複数の絵素領域のそれぞれ内の液晶層30は、電圧無印加状態において、実質的に垂直配向状態をとり、且つ、電圧印加状態において、第1凸部16を中心にした放射状傾斜配向状態をとる第1液晶ドメインの少なくとも一部を含み、印加された電圧に応じて液晶層30の配向状態が変化することによって表示を行う。



(2)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1基板と、第2基板と、前記第1基板と前記第2基板との間に設けられた液晶層とを有し、前記第1基板の前記液晶層側に設けられた第1電極と、前記第2基板の前記液晶層側に設けられた第2電極とによって、それぞれが規定される複数の絵素領域を有し、前記第1基板は、前記複数の絵素領域のそれぞれに対応して、傾斜した側面を有する少なくとも1つの第1凸部を前記液晶層側に有し、前記複数の絵素領域のそれぞれ内の前記液晶層は、電圧無印加状態において、実質的に垂直配向状態をとり、且つ、電圧印加状態において、前記少なくとも1つの第1凸部を中心にした放射状傾斜配向状態をとる第1液晶ドメインの少なくとも一部を含み、印加された電圧に応じて前記液晶層の配向状態が変化することによって表示を行う、液晶表示装置。

【請求項2】 前記少なくとも1つの第1凸部は、前記複数の絵素領域のそれぞれ内に形成されている、請求項1に記載の液晶表示装置。

【請求項3】 前記少なくとも1つの第1凸部は複数の第1凸部であって、複数の絵素領域のそれぞれ内の液晶層は、電圧印加状態において、それぞれが放射状傾斜配向状態をとる複数の第1液晶ドメインを含む、請求項2に記載の液晶表示装置。

【請求項4】 前記第1電極は少なくとも1つの第1開口部を有し、前記少なくとも1つの第1凸部は、前記少なくとも1つの第1開口部内に形成されている、請求項2または3に記載の液晶表示装置。

【請求項5】 前記第2基板は、前記複数の絵素領域のそれぞれに対応して、傾斜した側面を有する少なくとも1つの第2凸部を前記液晶層側に有し、前記複数の絵素領域のそれぞれ内の前記液晶層は、電圧印加状態において、前記少なくとも1つの第2凸部を中心にした放射状傾斜配向状態をとる第2液晶ドメインの少なくとも一部を含み、前記第1液晶ドメインにおける液晶分子の傾斜方向は、前記第2液晶ドメインにおける液晶分子の傾斜方向と連続している、請求項2から4のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項6】 前記第2電極は、少なくとも1つの第2開口部を有し、前記複数の絵素領域のそれぞれ内の前記液晶層は、電圧印加状態において、前記少なくとも1つの第2開口部を中心にした放射状傾斜配向状態をとる第2液晶ドメインを含み、前記第1液晶ドメインにおける液晶分子の傾斜方向は、前記少なくとも1つの第2開口部を中心にした前記第2液晶ドメインにおける液晶分子の傾斜方向と連続している、請求項2から4のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項7】 前記第2電極は、少なくとも1つの第2開口部を有し、前記少なくとも1つの第2凸部は、前記少なくとも1つの第2開口部内に形成されている、請求

項5に記載の液晶表示装置。

【請求項8】 前記少なくとも1つの第2凸部は、前記複数の絵素領域のそれぞれの外側に形成された複数の第2凸部を含む、請求項5または7に記載の液晶表示装置。

【請求項9】 前記少なくとも1つの第1凸部の前記第1基板面に沿った断面形状は、回転対称性を有している、請求項1から8のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項10】 前記少なくとも1つの第1凸部の前記第1基板面に沿った断面形状は、略円形である、請求項9に記載の液晶表示装置。

【請求項11】 前記少なくとも1つの第1凸部の前記第1基板面に沿った断面形状は、互いに略直交する第1方向および第2方向に沿って延びる略十字形である、請求項9に記載の液晶表示装置。

【請求項12】 前記第1基板および前記第2基板の外側に設けられた一対の偏光板をさらに有し、前記一対の偏光板は、前記一対の偏光板の一方の偏光軸が前記第1方向に平行に、かつ、前記一対の偏光板の他方の偏光軸が前記第2方向に平行になるように配置されている、請求項11に記載の液晶表示装置。

【請求項13】 前記少なくとも1つの第1開口部の前記第1基板の法線方向から見た形状は、回転対称性を有している、請求項4に記載の液晶表示装置。

【請求項14】 前記少なくとも1つの第2凸部の前記第2基板面に沿った断面形状は、回転対称性を有している、請求項5、7および8のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項15】 前記少なくとも1つの第2開口部の前記第2基板の法線方向から見た形状は、回転対称性を有している、請求項6または7に記載の液晶表示装置。

【請求項16】 前記少なくとも1つの第1凸部は複数の第1凸部であって、前記複数の第1凸部の少なくとも一部の第1凸部は、回転対称性を有するように配置されている、請求項1から15のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項17】 前記少なくとも1つの第1開口部は複数の第1開口部であって、前記複数の第1開口部の少なくとも一部の第1開口部は、回転対称性を有するように配置されている、請求項4に記載の液晶表示装置。

【請求項18】 前記少なくとも1つの第2凸部は複数の第2凸部であって、前記複数の第2凸部の少なくとも一部の第2凸部は、回転対称性を有するように配置されている、請求項5、7、8および14のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項19】 前記少なくとも1つの第2開口部は複数の第2開口部であって、前記複数の第2開口部の少なくとも一部の第2開口部は、回転対称性を有するように配置されている、請求項6、7および15のいずれかに記載の液晶表示装置。

(3)

3

【請求項20】 前記第1凸部および／または前記第2凸部の前記傾斜した側面の前記第1基板および／または前記第2基板の表面に対する角度は、 $5^{\circ}$ 以上 $85^{\circ}$ 以下である、請求項1から19のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項21】 前記複数の絵素領域のそれぞれは、前記液晶層の厚さが互いに異なる複数の領域を有し、前記第1基板および前記第2基板の少なくとも一方は、前記複数の領域間に段差部を有し、前記段差部は、前記第1電極または前記第2電極によって覆われている、請求項1から20のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項22】 前記少なくとも1つの第1凸部のうちの少なくとも一部の第1凸部は、前記段差部によって囲まれている、請求項21に記載の液晶表示装置。

【請求項23】 前記第1電極は透明電極と反射電極とを有し、前記複数の絵素領域のそれぞれは、透過モードで表示を行う透過領域と、反射モードで表示を行う反射領域とを有し、前記透過領域の前記液晶層の厚さは、前記反射領域の液晶層の厚さよりも大きい、請求項1から20のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項24】 前記第1基板は、前記複数の絵素領域のそれぞれに対応して設けられたアクティブ素子をさらに有し、

前記第1電極は、前記複数の絵素領域毎に設けられ、前記アクティブ素子によってスイッチングされる絵素電極であり、前記第2電極は、前記複数の絵素電極に対向する少なくとも1つの対向電極である請求項1から23のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項25】 前記第2基板は、前記複数の絵素領域のそれぞれに対応して設けられたアクティブ素子をさらに有し、

前記第2電極は、前記複数の絵素領域毎に設けられ、前記アクティブ素子によってスイッチングされる絵素電極であり、前記第1電極は、前記複数の絵素電極に対向する少なくとも1つの対向電極である請求項1から23のいずれかに記載の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、液晶表示装置に関し、特に、広視野角特性を有し、高表示品位の表示を行う液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、パーソナルコンピュータのディスプレイや携帯情報端末機器の表示部に用いられる表示装置として、薄型軽量の液晶表示装置が利用されている。しかしながら、従来のツイストネマチック型(TN型)、スーパーツイストネマチック型(STN型)液晶表示装置は、視野角が狭いという欠点を有しており、それを解決するために様々な技術開発が行われている。

4

【0003】TN型やSTN型の液晶表示装置の視野角特性を改善するための代表的な技術として、光学補償板を付加する方式がある。他の方式として、基板の表面に対して水平方向の電界を液晶層に印加する横電界方式がある。この横電界方式の液晶表示装置は、近年量産化され、注目されている。また、他の技術としては、液晶材料として負の誘電率異方性を有するネマチック液晶材料を用い、配向膜として垂直配向膜を用いるDAP(Deformation of vertical Aligned Phase)方式がある。これは、電圧制御複屈折(ECB: electrically controlled birefringence)方式の一つであり、液晶分子の複屈折性を利用して透過率を制御する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、横電界方式は広視野角化技術として有効な方式の一つではあるものの、製造プロセスにおいて、通常のTN型に比べて生産マージンが著しく狭いため、安定な生産が困難であるという問題がある。これは、基板間のギャップむらや液晶分子の配向軸に対する偏光板の透過軸(偏光軸)方向のずれが、表示輝度やコントラスト比に大きく影響するためであり、これらを高精度に制御して、安定な生産を行うためには、さらなる技術開発が必要である。

【0005】また、DAP方式の液晶表示装置で表示ムラの無い均一な表示を行うためには、配向制御を行う必要がある。配向制御の方法としては、配向膜の表面をラビングすることにより配向処理する方法がある。しかしながら、垂直配向膜にラビング処理を施すと、表示画像中にラビング筋が発生しやすく量産には適していない。

【0006】一方、ラビング処理を行わずに配向制御を行う方法として、電極にスリット(開口部)を形成することによって、斜め電界を発生させ、その斜め電界によって液晶分子の配向方向を制御する方法も考案されている(例えば、特開平6-301036号公報および特開2000-47217号公報)。しかしながら、本願発明者が検討した結果、上記公報に開示されている方法では、電極の開口部に対応する液晶層の領域の配向状態が規定されておらず、液晶分子の配向の連続性が十分でなく、安定した配向状態を絵素の全体に亘って得ることが困難な結果、ざらついた表示となる。

【0007】本発明は、上記問題を解決するためになされたもので、広視野角特性を有し、表示品位の高い液晶表示装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明による液晶表示装置は、第1基板と、第2基板と、前記第1基板と前記第2基板との間に設けられた液晶層とを有し、前記第1基板の前記液晶層側に設けられた第1電極と、前記第2基板の前記液晶層側に設けられた第2電極とによって、それぞれが規定される複数の絵素領域を有し、前記第1基板は、前記複数の絵素領域のそれぞれに対応して、傾斜

(4)

5

した側面を有する少なくとも1つの第1凸部を前記液晶層側に有し、前記複数の絵素領域のそれぞれ内の前記液晶層は、電圧無印加状態において、実質的に垂直配向状態をとり、且つ、電圧印加状態において、前記少なくとも1つの第1凸部を中心にした放射状傾斜配向状態をとる第1液晶ドメインの少なくとも一部を含み、印加された電圧に応じて前記液晶層の配向状態が変化することによって表示を行う構成を備え、そのことによって上記目的が達成される。

【0009】前記少なくとも1つの第1凸部は、前記複数の絵素領域のそれぞれ内に形成されている構成であってよい。

【0010】前記少なくとも1つの第1凸部は複数の第1凸部であって、複数の絵素領域のそれぞれ内の液晶層は、電圧印加状態において、それぞれが放射状傾斜配向状態をとる複数の第1液晶ドメインを含む構成であってよい。

【0011】前記第1電極は少なくとも1つの第1開口部を有し、前記少なくとも1つの第1凸部は、前記少なくとも1つの第1開口部内に形成されている構成であってよい。

【0012】前記第2基板は、前記複数の絵素領域のそれぞれに対応して、傾斜した側面を有する少なくとも1つの第2凸部を前記液晶層側に有し、前記複数の絵素領域のそれぞれ内の前記液晶層は、電圧印加状態において、前記少なくとも1つの第2凸部を中心にした放射状傾斜配向状態をとる第2液晶ドメインの少なくとも一部を含み、前記第1液晶ドメインにおける液晶分子の傾斜方向は、前記第2液晶ドメインにおける液晶分子の傾斜方向と連続している構成とすることが好ましい。

【0013】前記第2電極は、少なくとも1つの第2開口部を有し、前記複数の絵素領域のそれぞれ内の前記液晶層は、電圧印加状態において、前記少なくとも1つの第2開口部を中心にした放射状傾斜配向状態をとる第2液晶ドメインを含み、前記第1液晶ドメインにおける液晶分子の傾斜方向は、前記少なくとも1つの第2開口部を中心にした前記第2液晶ドメインにおける液晶分子の傾斜方向と連続している構成としてもよい。

【0014】前記第2電極は、少なくとも1つの第2開口部を有し、前記少なくとも1つの第2凸部は、前記少なくとも1つの第2開口部内に形成されている構成であってよい。

【0015】前記少なくとも1つの第2凸部は、前記複数の絵素領域のそれぞれの外側に形成された複数の第2凸部を含む構成であってもよい。

【0016】前記少なくとも1つの第1凸部の前記第1基板面に沿った断面形状は、回転対称性を有していることが好ましい。

【0017】前記少なくとも1つの第1凸部の前記第1基板面に沿った断面形状は、略円形である構成であって

6

もよい。

【0018】前記少なくとも1つの第1凸部の前記第1基板面に沿った断面形状は、互いに略直交する第1方向および第2方向に沿って延びる略十字形である構成であってもよい。

【0019】前記第1基板および前記第2基板の外側に設けられた一对の偏光板をさらに有し、前記一对の偏光板は、前記一对の偏光板の一方の偏光軸が前記第1方向に平行に、かつ、前記一对の偏光板の他方の偏光軸が前記第2方向に平行になるように配置されている構成であってもよい。

【0020】前記少なくとも1つの第1開口部の前記第1基板の法線方向から見た形状は、回転対称性を有していることが好ましい。

【0021】前記少なくとも1つの第2凸部の前記第2基板面に沿った断面形状は、回転対称性を有していることが好ましい。

【0022】前記少なくとも1つの第2開口部の前記第2基板の法線方向から見た形状は、回転対称性を有していることが好ましい。

【0023】前記少なくとも1つの第1凸部は複数の第1凸部であって、前記複数の第1凸部の少なくとも一部の第1凸部は、回転対称性を有するように配置されていることが好ましい。

【0024】前記少なくとも1つの第1開口部は複数の第1開口部であって、前記複数の第1開口部の少なくとも一部の第1開口部は、回転対称性を有するように配置されていることが好ましい。

【0025】前記少なくとも1つの第2凸部は複数の第2凸部であって、前記複数の第2凸部の少なくとも一部の第2凸部は、回転対称性を有するように配置されていることが好ましい。

【0026】前記少なくとも1つの第2開口部は複数の第2開口部であって、前記複数の第2開口部の少なくとも一部の第2開口部は、回転対称性を有するように配置されていることが好ましい。

【0027】前記第1凸部および／または前記第2凸部の前記傾斜した側面の前記第1基板および／または前記第2基板の表面に対する角度は、 $5^{\circ}$ 以上 $85^{\circ}$ 以下であることが好ましく、 $50^{\circ}$ 以下であることがさらに好ましい。

【0028】前記複数の絵素領域のそれぞれは、前記液晶層の厚さが互いに異なる複数の領域を有し、前記第1基板および前記第2基板の少なくとも一方は、前記複数の領域間に段差部（境界部）を有し、前記段差部は、前記第1電極または前記第2電極によって覆われている構成としてもよい。このとき、前記少なくとも1つの第1凸部のうちの少なくとも一部の第1凸部は、前記段差部によって囲まれていることが好ましい。

【0029】上記の構成は、前記第1電極は透明電極と

(5)

7

反射電極とを有し、前記複数の絵素領域のそれぞれは、透過モードで表示を行う透過領域と、反射モードで表示を行う反射領域とを有し、前記透過領域の前記液晶層の厚さは、前記反射領域の液晶層の厚さよりも大きい構成を備える液晶表示装置において、特に効果的である。

【0030】前記第1基板は、前記複数の絵素領域のそれぞれに対応して設けられたアクティブ素子をさらに有し、前記第1電極は、前記複数の絵素領域毎に設けられ、前記アクティブ素子によってスイッチングされる絵素電極であり、前記第2電極は、前記複数の絵素電極に10 対向する少なくとも1つの対向電極である構成を採用することができる。対向電極は、典型的には、表示領域全体に亘る単一の電極として形成される。

【0031】前記第2基板は、前記複数の絵素領域のそれぞれに対応して設けられたアクティブ素子をさらに有し、前記第2電極は、前記複数の絵素領域毎に設けられ、前記アクティブ素子によってスイッチングされる絵素電極であり、前記第1電極は、前記複数の絵素電極に10 対向する少なくとも1つの対向電極である構成を採用することもできる。

【0032】以下、作用を説明する。

【0033】本発明による液晶表示装置は、電圧無印加時に液晶層が実質的に垂直配向状態をとる垂直配向モードの液晶表示装置である。垂直配向型の液晶層は、典型的には、負の誘電異方性を有するネマチック液晶を垂直配向膜で配向させることによって得られる。液晶層を挟持するように配置されている一対の基板の一方（例えばTFT基板）には、傾斜側面を有する複数の凸部が設けられている。液晶分子は凸部の傾斜側面（典型的には垂直配向膜で覆われている）の表面に対して垂直に配向する10 30 のので、凸部の周辺に存在する液晶分子は、凸部を中心に放射状に傾斜する。凸部の傾斜側面の近傍の液晶分子以外の大部分の液晶分子は、垂直配向状態にある。

【0034】この液晶層に電圧を印加すると、凸部の傾斜側面の影響（配向規制力、いわゆるアンカリング効果）を受けて傾斜した液晶分子の配向方向と整合する方向に、液晶分子は倒れる。液晶分子が倒れる程度（傾斜角）は電界の強さに依存し、電界が強いほど大きく倒れ、液晶分子の配向方向は水平に近づく。液晶分子が倒れる方向は、凸部の傾斜側面のアンカリング効果によって凸部を中心に放射状に傾斜配向した方向なので、電圧印加時には、液晶層に放射状傾斜配向状態の液晶ドメインが形成される。放射状傾斜配向状態の液晶ドメインにおいて、液晶分子の配向方向は、全方位角方向に分布している10 40 のので、液晶表示装置の視野角特性を全方位について改善することができる。

【0035】上述の複数の凸部は、それぞれの絵素領域の液晶層に放射状傾斜配向ドメインを形成するように、絵素領域に対応して設けられる。例えば、それぞれの絵素領域内に少なくとも1つの凸部を形成し、絵素領域内

8

の液晶層に凸部を中心とした放射状傾斜配向ドメインが形成される。あるいは、絵素領域の周辺（例えば、ソース配線やゲート配線等に対応する領域）に複数の凸部を形成し、絵素領域内の液晶層が、それぞれの凸部を中心に形成される複数の放射状傾斜配向ドメインの一部分の集合で構成されるようにしても良い。勿論、上記2つの構成を組み合わせても良い。

【0036】本発明の液晶表示装置においては、凸部の傾斜側面の配向規制力を利用して放射状傾斜配向ドメインを形成している。傾斜側面の配向規制力は、電圧無印加時にも作用するので、例えば液晶表示装置に衝撃が加わり液晶層の配向が乱れても、液晶材料に対する外力がなくなれば、凸部を中心に放射状傾斜配向が再構築される。この点において、開口部（スリット）を有する電極によって生成される斜め電界を利用して放射状傾斜配向を形成する構成に比べ、優位性を有している。

【0037】液晶表示装置の表示特性は、液晶分子の配向状態（光学的異方性）に起因して、方位角依存性を示す。表示特性の方位角依存性を低減するためには、液晶分子が全ての方位角方向に対して同等の確率で配向していることが好ましい。また、それぞれの絵素領域内の液晶分子が全ての方位角方向に対して同等の確率で配向していることがさらに好ましい。従って、凸部は、それぞれの絵素領域内の液晶分子が全ての方位角方向に対して同等の確率で配向するように、液晶ドメインを形成するような形状を有していることが好ましい。

【0038】凸部の基板面に沿った断面形状を回転対称性を有する形状とすることによって、視野角特性を全方位に亘って均一にすることができる。断面形状は、2回10 30 回転対称性以上、さらには4回回転対称性以上の高次の回転対称性（例えば正方形や円形）を有することが好ましい。

【0039】また、凸部の傾斜側面の面積が大きいほど、液晶分子に対する配向規制力が大きくなる。例えば、凸部の断面形状を略十字形とすると、傾斜側面の面積を比較的大きくすることができ、液晶分子に対する配向規制力を比較的大きくすることができる。そのため、放射状傾斜配向をさらに安定化し、応答速度を向上させることができる。さらに、断面形状が略十字形である構成を採用する場合には、クロスニコル状態に配置される一対の偏光板の偏光軸方向と、十字の延びる方向（互いに略直交する2つの方向）とを一致させることによって透過率やコントラスト比を向上させることができる。

【0040】また、複数の凸部を設ける構成においては、複数の凸部を回転対称性を有するように（例えば正10 40 方形格子状に）配置することによって、放射状傾斜配向をとる液晶ドメインを均一に配置することができる。

【0041】凸部の傾斜側面によるアンカリング効果とともに、開口部を備えた電極による斜め電界による配向規制力を利用することによって、液晶分子の配向をさら

(6)

9

に安定化することができる。電極に設けられた開口部内に凸部を形成すると、斜め電界による配向規制方向が傾斜側面による配向規制方向と一致するので、液晶分子を安定に放射状傾斜配向させることができる。開口部の法線方向から見た形状も回転対称性を有していることが好ましく、凸部の断面形成と同じ（互いに相似の関係）であることが好ましい。勿論、凸部と異なる位置に開口部を設けてもよい。但し、複数の開口部を配置する場合には、回転対称性を有するように配置することが好ましい。また、凸部と開口部との配置は相補的に回転対称性を有する1つの配置をとることが好ましい。例えば、開口部を凸部に置き換えた場合に、置換された凸部を含む複数の凸部が回転対称性を有するように配置されることが好ましい。

【0042】絵素領域内に複数の凸部および／または開口部を設ける場合、これらの全てが絵素領域全体に亘って回転対称性を有するように配置される必要は必ずしも無く、例えば正方格子（4回転対称性）を最小単位とし、それらの組合せによって絵素領域が構成されれば、絵素領域全体に亘って液晶分子を全ての方位角方向に対して実質的に同等の確率で配向させることができる。すなわち、回転対称性（または軸対称性）を有するように配列された液晶ドメイン（例えば、正方格子状に配列された複数の液晶ドメイン）の集合体として絵素領域の液晶層が形成されればよい。

【0043】本願発明の液晶表示装置においては、上述の凸部およびまたは開口部が形成された一方の基板に液晶層を介して対向するように配設された他方の基板（例えば対向基板またはカラーフィルタ基板）に、上記と同様に凸部および／または開口部を設けることによって、液晶分子の配向をさらに安定化することができる。他方の基板の液晶層側に設けられる凸部および／または開口部が有する配向規制力によって、電圧印加時に、放射状傾斜配向状態の液晶ドメインが形成される。

【0044】他方の基板の凸部および／または開口部を中心とした放射状傾斜配向と、一方の基板の凸部および／または開口部を中心とした放射状傾斜配向が互いに連続となるように形成することが好ましい。そのためには、基板に垂直な方向から見たときに、一方の基板の凸部および／または開口部と、他方の基板の凸部および／または開口部とは互いに重ならないように配置されることが好ましい。それぞれは、上述したように回転対称性を有するように配置されることが好ましい。従って、例えば、それぞれが正方格子状に配置されている場合、一方の基板の凸部および／または開口部が形成する複数の正方格子のそれぞれの中心に、他方の基板の凸部および／または開口部が形成する正方格子の格子点が位置するように、それぞれの基板の凸部および／または開口部を配置することが好ましい。勿論、一方の基板と他方の基板は、互いに入れ替わっても良い。

10

【0045】なお、凸部に対応する領域は光漏れを生じることがあるので、絵素領域の周辺部（例えば、走査配線や信号配線に対応する領域）に設けたり、あるいは、絵素領域内の光を通さない補助容量配線等に対応する領域に設けることが好ましい。このような場所に凸部を設けると、表示品位の低下を抑制することができる。

【0046】本発明による液晶表示装置は、少なくとも一方の基板（例えばTFT基板またはカラーフィルタ基板）に凸部を有しているので、電圧印加時に放射状傾斜配向状態をとる安定な液晶ドメインを垂直配向型の液晶層に形成することができる。

【0047】特に、それぞれの絵素領域に透過領域と反射領域とを有する透過反射両用型液晶表示装置（例えば、特開平11-101992号公報参照）のように、1つの絵素領域内に厚さの異なる液晶層を有する、いわゆるマルチギャップ方式の液晶表示装置においては、液晶分子の配向が段差の影響を受けて乱れやすいので、斜め電界の配向規制力だけでは十分に安定な放射状傾斜配向の液晶ドメインを形成することが難しい。しかしながら、本発明によると、段差を覆うように電極を形成し、段差による液晶分子の配向の不連続性を電界の効果によって抑制しつつ、且つ、適当な傾斜側面を有する凸部を設け、その表面の配向規制力によって、放射状傾斜配向の中心を形成すると、安定な放射状傾斜配向を実現することができる。特に、電極で覆われた段差部によって凸部が囲まれていると、段差による液晶分子の配向の不連続性が効果的に抑制される。

【0048】本発明によると液晶表示装置の視野角特性が改善されるので、特に、アクティブマトリクス型液晶表示装置に適用することによって、非常に高品位の表示が実現される。

【0049】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら、本発明の実施形態を説明する。

【0050】（実施形態1）本発明による液晶表示装置は、優れた表示特性を有するので、アクティブマトリクス型液晶表示装置に好適に利用される。以下では、薄膜トランジスタ（TFT）を用いたアクティブマトリクス型液晶表示装置について、本発明の実施形態を説明する。本発明はこれに限られず、MIMを用いたアクティブマトリクス型液晶表示装置や単純マトリクス型液晶表示装置に適用することができる。また、以下では、透過型液晶表示装置を例に本発明の実施形態を説明するが、本発明はこれに限られず、透過反射両用型液晶表示装置や反射型液晶表示装置に適用することができる。

【0051】なお、本願明細書においては、表示の最小単位である「絵素」に対応する液晶表示装置の領域を「絵素領域」と呼ぶ。カラー液晶表示装置においては、R、G、Bの「絵素」が1つの「画素」に対応する。絵素領域は、アクティブマトリクス型液晶表示装置におい



(7)

11

ては、絵素電極と絵素電極と対向する対向電極とが絵素領域を規定する。また、単純マトリクス型液晶表示装置においては、ストライプ状に設けられる列電極と、列電極と直交するように設けられる行電極とが互いに交差するそれぞれの領域が絵素領域を規定する。なお、ブラックマトリクスが設けられる構成においては、厳密には、表示すべき状態に応じて電圧が印加される領域のうち、ブラックマトリクスの開口部に対応する領域が絵素領域に対応することになる。

【0052】図1(a)および(b)を参照しながら、本発明による実施形態1の液晶表示装置100の1つの絵素領域の構造を説明する。以下では、説明の簡単さのためにカラーフィルタやブラックマトリクスを省略する。図1(a)は基板法線方向から見た上面図であり、図1(b)は図1(a)中の1B-1B'線に沿った断面図に相当する。図1(b)は、液晶層に電圧を印加していない状態を示している。

【0053】液晶表示装置100は、アクティブマトリクス基板(以下「TFT基板」と呼ぶ。)10と、対向基板(「カラーフィルタ基板」とも呼ぶ)20と、TFT基板10と対向基板20との間に設けられた液晶層30とを有している。液晶層30の液晶分子31は、負の誘電率異方性を有し、TFT基板10および対向基板20の液晶層30側の表面に設けられた垂直配向膜(不図示)によって、液晶層30に電圧が印加されていないとき、図1(b)に示したように、垂直配向膜の表面に対して垂直に配向する。このとき、液晶層30は垂直配向状態にあるという。但し、垂直配向状態にある液晶層30の液晶分子31は、垂直配向膜の種類や液晶材料の種類によって、垂直配向膜の表面(基板の表面)の法線から若干傾斜することがある。一般に、垂直配向膜の表面に対して、液晶分子軸(「軸方位」とも言う。)が約85°以上の角度で配向した状態が垂直配向状態と呼ばれる。

【0054】液晶表示装置100のTFT基板10は、透明基板(例えばガラス基板)11とその表面に形成された絵素電極12とを有している。対向基板20は、透明基板(例えばガラス基板)21とその表面に形成された対向電極22とを有している。液晶層30を介して互いに対向するように配置された絵素電極12と対向電極22とに印加される電圧に応じて、絵素領域ごとの液晶層30の配向状態が変化する。液晶層30の配向状態の変化に伴い、液晶層30を透過する光の偏光状態や量が変化する現象を利用して表示が行われる。

【0055】液晶表示装置100が有する絵素電極12の中央に凸部16が形成されている。凸部16は、傾斜側面16sと頂面16tとを有する円錐台である。傾斜側面16sは、絵素電極12の表面(基板11の表面に平行)に対して、角度 $\theta$ で傾斜している。頂面16tはなくてもよく、凸部16は、円錐であってもよい。

12

【0056】この凸部16の表面は垂直配向性を有しており(典型的には、凸部16を覆うように垂直配向膜(不図示)が形成されている。)、図1(b)に示したように、液晶分子31は、傾斜側面16sおよび頂面16tのアンカリング効果によって、これらに対してほぼ垂直に配向する。凸部16の基板11の面に沿った断面形状は、円形であるので(図1(a)参照)、凸部16の周辺の液晶分子は、凸部16を中心に放射状に傾斜配向する。他の大部分の液晶分子31は、垂直配向状態にある。

【0057】このような状態の液晶層30に電圧を印加すると、凸部16の傾斜側面16sのアンカリング効果によって形成された放射状傾斜配向と整合するように、他の液晶分子31が傾斜するので、放射状傾斜配向状態の液晶ドメインが形成される。この様子を図2(a)および(b)を参照しながら説明する。ここで、液晶分子31は、電圧印加状態においては、放射状に且つ傾斜して配向している。そこで、本願明細書においては、このような配向状態を「放射状傾斜配向」と呼ぶことにする。また、1つの中心に関して放射状傾斜配向をとる液晶層の領域を液晶ドメインと称することにする。

【0058】図2は、1つの絵素領域に複数の凸部16を有する液晶表示装置110の部分断面図である。図2(a)は電圧無印加時、図2(b)は電圧印加時(中間調電圧)の液晶分子31の配向状態を模式的に示している。

【0059】図2(a)に示したように、電圧無印加時においては、液晶分子31は、凸部16の近傍の液晶分子31だけが、凸部16の中心を対称軸SAとして放射状に傾斜配向している。この液晶層30に電圧を印加すると、図2(b)に示したように、絵素領域内の他の液晶分子が、凸部16を中心として放射状傾斜配向に整合するように配向し、液晶ドメインを形成する。図2

(b)には、2つの凸部16の中心をそれぞれ対称軸SAとする2つの液晶ドメインと、2つの凸部16の中央に対称軸SBを有する1つの液晶ドメインが形成されている。隣接する凸部16の中央に対称軸SBを有する液晶ドメインを安定に形成するためには、複数の凸部16を回転対称性を有するように配置することが好ましい。例えば、4つの凸部16が正方格子を形成するように配置することによって、4つの凸部16の中心に対称軸SBを有する放射状傾斜配向状態の液晶ドメインを安定に形成することができる。このように、本発明の液晶表示装置の液晶層に形成される放射状傾斜配向をとる液晶ドメイン間の液晶分子31の配向は連続であり、その結果、非常に安定な放射状傾斜配向を実現することができる。

【0060】なお、円錐台形の凸部16を例示したが、凸部16の基板11の面に沿った断面形状は円形に限られないが、安定な放射状傾斜配向の液晶ドメインを形成

50

(8)

13

するためには、回転対称性を有する断面形状を有することが好ましく、2回転対称性以上、さらには4回転対称性以上の高次の回転対称性を有することが好ましい。

【0061】また、凸部16の傾斜側面16sの傾斜角 $\theta$ は、液晶分子31を安定に傾斜配向させるために、 $5^\circ$ 以上 $85^\circ$ 以下の範囲内にあることが好ましい。なお、電圧無印加時において、傾斜側面16sのアンカリング効果によって傾斜配向した液晶分子31の複屈折効果により光漏れが生じ、コントラスト比の低下の原因となることがあるため、凸部16の傾斜側面16sの傾斜角 $\theta$ は、 $50^\circ$ 以下であることが好ましい。

【0062】なお、傾斜した側面を有する凸部16は透明性の高い誘電体を用いて形成してもよいが、不透明な誘電体を用いて形成すると、凸部16の傾斜側面16sのアンカリング効果によって配向している液晶分子31のリタデーションに起因する光漏れを防止できるという利点を得られる。いずれを採用するかは、液晶表示装置の用途などの応じて決めればよい。いずれの場合にも、感光性樹脂を用いると、開口部12aに対応してパターンニングする工程を簡略化できる利点がある。十分な配向規制力を得るためには、傾斜した側面を有する凸部16の高さは、液晶層30の厚さが約 $3\mu\text{m}$ の場合、約 $0.5\mu\text{m}$ ～約 $3\mu\text{m}$ の範囲であればよい。一般に、傾斜した側面を有する凸部16の高さは、液晶層30の厚さ以下で、約 $1/6$ 以上の範囲内にあることが好ましい。

【0063】次に、図3(a)および(b)を参照しながら、実施形態1の他の液晶表示装置120の1つの絵素領域の構造を説明する。図3(a)は基板法線方向から見た上面図であり、図3(b)は、図3(a)の3B-3B'線に沿った断面図である。

【0064】液晶表示装置120は、TFT基板10の液晶層30側に形成された複数の第1凸部16に加え、対向基板20の液晶層30側に形成された複数の第2凸部26を有している。第1凸部16は、液晶表示装置100の凸部16と実質的に同じであり、第2凸部26は第1凸部16と実質的に同じである。

【0065】図3(a)に示したように、9つの第1凸部16は、4つの正方格子を形成するように配置されており、4つの正方格子のそれぞれの中心に第2凸部26が位置している。4つの第2凸部26も正方格子を形成している。このように、第1凸部16と第2凸部26とを配置することによって、電圧印加時に液晶層30に形成される液晶ドメインの放射状傾斜配向状態がさらに安定化される。

【0066】なお、ここでは、第2凸部26を第1凸部16と実質的に同じ高さで、同じ形状のものを形成した例を示したが、適宜変更することもできる。但し、第2凸部26も、第1凸部16について上述した傾斜角範囲、断面形状、高さおよび配置に関する条件を満足する

14

ことが好ましい。

【0067】次に、図4(a)および(b)を参照しながら、実施形態1の他の液晶表示装置130の1つの絵素領域の構造を説明する。図4(a)は基板法線方向から見た上面図であり、図4(b)は、図4(a)の4B-4B'線に沿った断面図である。

【0068】液晶表示装置130は、TFT基板10の液晶層30側に形成された複数の第1凸部16に加え、対向基板20の対向電極22に形成された複数の開口部22aを有している。開口部22aは、導電膜(例えばITO膜)から形成された対向電極22の内の導電膜が除去された部分を指す。第1凸部16は、液晶表示装置100の凸部16と実質的に同じである。開口部22aは、液晶表示装置120の第2凸部26と同様に放射状傾斜配向を安定化するように作用するが、第2凸部26とは異なり、電圧印加時にしか作用しない。開口部22aの形状および配置は、第2凸部26と同様の条件を満足することが好ましい。開口部22aの大きさには特に制限はない。また、第2凸部26と開口部22aとを混在して用いることもできる。

【0069】次に、図5(a)および(b)を参照しながら、実施形態1の他の液晶表示装置150の1つの絵素領域の構造を説明する。図5(a)は基板法線方向から見た上面図であり、図5(b)は、図5(a)の5B-5B'線に沿った断面図である。

【0070】この液晶表示装置150は、液晶表示装置100および200と同様に、対向基板20側には放射状傾斜配向を形成するような配向規制力を有する構成を備えていないが、TFT基板10側には、凸部16だけでなく絵素電極12に形成された開口部12aを有する。

【0071】図5(a)に示したように、9つの開口部12aが4つの正方格子を形成するように配置されており、それぞれの開口部12a内に凸部16が1つずつ形成されている。開口部12aの基板法線からみた形状は円形であり、凸部16の基板面に平行な断面形状も円形である。また、開口部12aの中心と凸部16の中心とは一致している。

【0072】液晶層30に電界が印加されていない場合、液晶分子は、図5(b)に示したように、凸部16の周辺の液晶分子だけが放射状傾斜配向している(アンカリング層)。この状態は、図1(b)に示した開口部12aを有しない絵素電極12上に凸部16を形成した場合と同様である。絵素電極12と対向電極22との間に電圧を印加すると、開口部12aのエッジ周辺に斜め電界が生成され、それによって、液晶分子31の放射状傾斜配向が安定される。この斜め電界の作用を図6～図8を参照しながら説明する。

【0073】図6は、図5(b)に示した液晶層30に電圧を印加したときに発生する電界を等電位線EQを用

(9)

15

いて示している。等電位線EQは、絵素電極12と対向電極22との間に位置する液晶層30内では、絵素電極12及び対向電極22の表面に対して平行となる。また、絵素電極12の開口部12aに対応する領域では落ち込み、開口部12aのエッジ部（開口部12aの境界（外延）を含む開口部12aの内側周辺）の液晶層30内には、傾斜した等電位線EQで表される斜め電界が形成される。負の誘電異方性を有する液晶分子31には、液晶分子31の軸方位を等電位線EQに対して平行（電気力線に対して垂直）に配向させようとするトルクが作用する。従って、開口部12aのエッジ部上の液晶分子31は、開口部12a右側エッジ部では時計回り方向に、開口部左側エッジ部では反時計回り方向に、それぞれ傾斜（回転）し、等電位線EQに平行に配向する。

【0074】ここで、図7を参照しながら、液晶分子31の配向の変化を詳細に説明する。液晶層30に電界が生成されると、負の誘電率異方性を有する液晶分子31には、その軸方位を等電位線EQに対して平行に配向させようとするトルクが作用する。図7（a）に示したように、液晶分子31の軸方位に対して垂直な等電位線EQで表される電界が発生すると、液晶分子31には時計回りまたは反時計回り方向に傾斜させるトルクが等しい確率で作用する。従って、互いに対向する平行平板型配置の電極間にある液晶層30内には、時計回り方向のトルクを受ける液晶分子31と、反時計回り方向のトルクを受ける液晶分子31とが混在する。その結果、液晶層30に印加された電圧に応じた配向状態への変化がスムーズに起こらないことがある。

【0075】図6に示したように、液晶表示装置150の開口部12aのエッジ部において、液晶分子31の軸方位に対して傾斜した等電位線EQで表される電界（斜め電界）が発生すると、図7（b）に示したように、液晶分子31は、等電位線EQと平行になるための傾斜量が少ない方向（図示の例では反時計回り）に傾斜する。また、液晶分子31の軸方位に対して垂直方向の等電位線EQで表される電界が発生する領域に位置する液晶分子31は、図7（c）に示したように、傾斜した等電位線EQ上に位置する液晶分子31と配向が連続となるように（整合するように）、傾斜した等電位線EQ上に位置する液晶分子31と同じ方向に傾斜する。

【0076】図3（d）に示したように、等電位線EQが連続した凹凸形状を形成する電界が印加されると、それぞれの傾斜した等電位線EQ上に位置する液晶分子31によって規制される配向方向と整合するように、平坦な等電位線EQ上に位置する液晶分子31が配向する。なお、「等電位線EQ上に位置する」とは、「等電位線EQで表される電界内に位置する」ことを意味する。

【0077】液晶表示装置150は、開口部12a内に凸部16が形成されているので、電圧無印加時において、図8（a）に示したように、傾斜した側面に対して

16

垂直に配向している液晶分子31と、水平な表面に対して垂直に配向している液晶分子31が存在する。

【0078】液晶層30に電圧を印加すると、図6に示した等電位線EQで表される電界が液晶層30に生成されるので、絵素電極12の開口部12aのエッジ部に存在する液晶分子31が斜め電界の影響を受けて傾斜する。凸部16の傾斜側面のアンカリング効果を受けて傾斜配向する液晶分子31はごく僅かであるのに対し、斜め電界の及ぶ範囲は比較的広く、電圧無印加時にほとんど垂直配向していた液晶分子31にまで斜め電界が作用し、傾斜させる。この開口部12aのエッジ部に生成される斜め電界による液晶分子31の傾斜方向は、開口部12a内に形成された凸部16の傾斜側面のアンカリング効果による液晶分子31の傾斜方向と整合している。従って、図8（b）に示された放射状傾斜配向は、図2（b）に示された放射状傾斜配向よりも安定している（尚、図2（b）および図8（b）は模式図であり、この違いは図示されていない）。

【0079】図8（a）および（b）に示した液晶分子31の配向状態を対向基板20側から基板法線方向に沿って観察した様子を図9（a）および（b）に示す。

【0080】図9（a）に示した電圧無印加状態においては、凸部16の周辺近傍の極僅かな液晶分子だけが傾斜配向しており、他の領域の液晶分子は実質的に紙面に垂直に配向している。図9（a）では簡単のために、液晶分子を図示していない。

【0081】電圧印加状態においては、図9（b）に示したように、液晶分子31が凸部16を中心に放射状に配向する。楕円状に描かれた液晶分子31の先が黒く示されている端は、その端が他端よりも、開口部12aを有する絵素電極12が設けられている基板10側に近いように、液晶分子31が傾斜していることを示している。以下の図面においても同様である。

【0082】図9（b）から明らかなように、液晶表示装置150の1つの絵素領域には、電圧印加時に、9つの凸部16をそれぞれの対称軸とする9つの液晶ドメインと、9つの凸部16が形成する4つの正方格子の中心をそれぞれの対称軸とする4つの液晶ドメインが形成されている。これら13の液晶ドメイン間の境界において、液晶分子31の配向は連続（整合）している。

【0083】なお、斜め電界による配向規制力は、当然のことながら、電圧印加時にしか作用せず、その強さは電界の強さ（印加電圧の大きさ）に依存する。従って、電界強度が弱い（すなわち、印加電圧が低い）と、斜め電界による配向規制力は弱く、液晶パネルに外力が加わると、液晶材料の流動によって放射状傾斜配向が崩れることがある。一旦、放射状傾斜配向が崩れると、十分に強い配向規制力を発揮する斜め電界を生成するだけの電圧が印加されないと、放射状傾斜配向は復元されない。これに対し、傾斜した側面を有する凸部16の傾斜側面

(10)

17

による配向規制力は、印加電圧に関係なく作用し、配向膜のアンカリング効果として知られているように、非常に強い。従って、液晶材料の流動が生じて、一旦放射状傾斜配向が崩れても、傾斜した側面を有する凸部の傾斜部近傍の液晶分子31は放射状傾斜配向のときと同じ配向方向を維持している。従って、液晶材料の流動が止まりさえすれば、放射状傾斜配向が容易に復元される。

【0084】実施形態1の液晶表示装置150では、開口部12aが形成されている絵素電極12によって生成される斜め電界の作用によって、凸部16だけが形成されている場合（例えば図2の液晶表示装置120）より

も放射状傾斜配向が安定化される。  
【0085】なお、これまで、正方形の絵素電極12を例示しているが、絵素電極12の形状はこれに限られない。絵素電極12の一般的な形状は、矩形（正方形と長方形を含む）に近似されるので、開口部12aを正方格子状に規則正しく配列することができる。絵素電極12が矩形以外の形状を有していても、絵素領域内の全ての領域に液晶ドメインが形成されるように、規則正しく

（例えば例示したように正方格子状に）開口部12aを配置すれば、本発明の効果をを得ることができる。

【0086】傾斜側面を有する凸部16は図10（a）に示すように、開口部12a内に形成されることが好ましいが、図10（b）に示すように、凸部16の周辺部が開口部12aのエッジを覆うように形成されてもよい。但し、図10（c）に示すように、凸部16の傾斜側面上に、開口部12aの周辺の絵素電極12の端部12eが形成されることは好ましくない。凸部16の傾斜側面上に絵素電極12の端部12eが形成されると、その領域で生成される電界による配向規制力は、凸部16の傾斜側面の配向規制力とは逆方向に作用するので、液晶分子の放射状傾斜配向が乱れる。

【0087】なお、液晶分子31の放射状傾斜配向は、図9（b）に示したような単純な放射状傾斜配向よりも、左回りまたは右回りの渦巻き状の放射状傾斜配向の方が安定である。なお、ここでいう渦巻き状配向は、液晶層面内（基板面内）における液晶分子の配向状態を表す。液晶材料に少量のカイラル剤を添加したときに見られる渦巻き状配向は、通常ツイスト配向のように液晶層30の厚さ方向に沿って液晶分子31の配向方向が螺旋状にほとんど変化することがなく、液晶分子31の配向方向を微小領域でみると、液晶層30の厚さ方向に沿ってほとんど変化していない。すなわち、液晶層30の厚さ方向のどこの位置の断面（層面に平行な面内での断面）においても、同じ配向状態にあり、液晶層30の厚さ方向に沿ったツイスト変形をほとんど生じていない。但し、1つの液晶ドメイン全体でみると、ある程度のツイスト変形が発生している。

【0088】負の誘電異方性を有するネマチック液晶材料にカイラル剤を添加した材料を用いると、電圧印加時

18

に、液晶分子31は、開口部12aを中心に左回りまたは右回りの渦巻き状放射状傾斜配向をとる液晶ドメインが形成される。右回りか左回りかは用いるカイラル剤の種類によって決まる。従って、電圧印加時に、渦巻き状放射状傾斜配向をとる液晶ドメインを形成することによって、放射状傾斜している液晶分子31の、基板面に垂直に立っている液晶分子31の周りを巻いている方向を全ての液晶ドメインについて同じにすることができるので、ざらつきの無い均一な表示が可能になる。さらに、基板面に垂直に立っている液晶分子31の周りを巻いている方向が定まっているので、液晶層30に電圧を印加した際の応答速度も向上する。

【0089】更に、多くのカイラル剤を添加すると、渦巻き配向状態の液晶層においても、その微小領域に着目すると、通常のツイスト配向のように、液晶層30の厚さ方向に沿って液晶分子31の配向が螺旋状に変化ようになる。

【0090】液晶層30の厚さ方向に沿って液晶分子31の配向が螺旋状に変化しない配向状態では、偏光板の偏光軸に対して垂直方向または平行方向に配向している液晶分子31は、入射光に対して位相差を与えないため、このような配向状態の領域を通過する入射光は透過率に寄与しない。例えば、偏光板がクロスニコル状態に配置された液晶表示装置の白表示状態の絵素領域を観察すると、放射状傾斜配向した液晶ドメインの中央部に十字の消光模様が明確に観察される。

【0091】これに対し、液晶層30の厚さ方向に沿って液晶分子31の配向が螺旋状に変化する配向状態においては、偏光板の偏光軸に垂直方向または平行方向に配向している液晶分子31も、入射光に対して位相差を与えると同時に、光の旋光性を利用することもできる。従って、このような配向状態の領域を通過する入射光も透過率に寄与するので、明るい表示が可能な液晶表示装置を得ることができる。例えば、偏光板がクロスニコル状態に配置された液晶表示装置の白表示状態の絵素領域を観察すると、放射状傾斜配向した液晶ドメインの中央部の十字の消光模様は不明確になり、全体に明るくなる。旋光性による光の利用効率を効率良く向上するために、液晶層のツイスト角は、約90度であることが好ましい。

【0092】なお、渦巻き状の放射状傾斜配向の方が好ましいのは、開口部12aを形成した場合に限られず、開口部12aを形成せずに凸部16および／または凸部26だけを用いて放射状傾斜配向を形成する場合についても同様である。

【0093】次に、図11（a）および（b）を参照しながら、実施形態1の他の液晶表示装置160の1つの絵素領域の構造を説明する。図11（a）は基板法線方向から見た上面図であり、図11（b）は、図11（a）の11B-11B'線に沿った断面図である。

【0094】液晶表示装置160は、上述した液晶表示

(11)

19

装置120のTFT基板10を液晶表示装置150のTFT基板10で置換したものに相当し、上述の液晶表示装置150のTFT基板10と実質的に同じ構造のTFT基板10と、液晶表示装置120の対向基板20と実質的に同じ構造の対向基板10を有している。

【0095】TFT基板10の絵素電極12には複数の開口部12aが正方格子状に配列されており、それぞれの開口部12a内に第1凸部16が1つずつ形成されている。対向基板20の液晶層30には複数の第2凸部26が形成されており、TFT基板10の第1凸部16  
10 (および開口部12a) が形成する正方格子のそれぞれの中央に位置するように配置されている。

【0096】電圧印加状態の液晶表示装置160を対向基板20側から基板法線方向に沿って観察したときの液晶分子31の配向状態を図12に示す。図12から明らかなように、液晶表示装置160の1つの絵素領域には、電圧印加時に、9つの第1凸部16 (および開口部12a) をそれぞれの対称軸とする9つの液晶ドメインと、9つの第1凸部16が形成する4つの正方格子の中心に配置された第2凸部26の中心をそれぞれの対称軸  
20 とする4つの液晶ドメインが形成されている。これら13の液晶ドメイン間の境界において、液晶分子31の配向は連続 (整合) している。

【0097】液晶表示装置160のTFT基板10には、第1凸部16だけでなく、開口部12aが設けられているので、図3に示した液晶表示装置120よりも更に放射状傾斜配向が安定するとともに、応答速度も改善される。

【0098】次に、図13 (a) および (b) を参照しながら、実施形態1の他の液晶表示装置170の1つの絵素領域の構造を説明する。図13 (a) は基板法線方向から見た上面図であり、図13 (b) は、図13 (a) の13B-13B' 線に沿った断面図である。

【0099】液晶表示装置170は、液晶表示装置160の第2凸部26に代えて、対向電極22に形成された開口部22aを有している。開口部22aは、図4を参照しながら説明したように、液晶表示装置160の第2凸部26と同様に放射状傾斜配向を安定化するように作用する。この様子を図14を参照しながら説明する。

【0100】図14は、図13 (b) に示した液晶層30に電圧を印加したときに発生する電界を等電位線EQを用いて示している。図14から明らかなように、開口部12aおよび開口部22aのエッジ部にも斜め電界が生成される。開口部22aのエッジ部に生成される電界による配向規制方向は、凸部26の傾斜側面による配向規制方向と同じであり、凸部26と同様に放射状傾斜配向を安定化するように作用する。但し、第2凸部26とは異なり、電圧印加時にしか作用しない。開口部22aの形状、大きさおよび配置は、上述した第2凸部26と同様の条件を満足することが好ましい。また、第2凸部

20

26と開口部22aとを混在して用いることもできる。

【0101】電圧印加状態の液晶表示装置170を対向基板20側から基板法線方向に沿って観察したときの液晶分子31の配向状態を図15に示す。図15から明らかなように、液晶表示装置170の1つの絵素領域には、電圧印加時に、9つの第1凸部16 (および開口部12a) をそれぞれの対称軸とする9つの液晶ドメインと、9つの第1凸部16が形成する4つの正方格子の中心に配置された開口部22aの中心をそれぞれの対称軸とする4つの液晶ドメインが形成されている。これら13の液晶ドメイン間の境界において、液晶分子31の配向は連続 (整合) している。

【0102】さらに、対向基板20側の配向規制力を強めるために、図16の液晶表示装置180に示すように、対向電極22に開口部22aを形成し、開口部22a内に第2凸部26を設ける構成を採用してもよい。

【0103】 (実施形態2) 本発明によると液晶分子の放射状傾斜配向の安定性が向上するので、液晶分子の配向が不安定になりやすい構造の液晶表示装置へ適用することによって、その利点が顕著になる。例えば、それぞれの絵素領域に透過領域と反射領域とを有する透過反射両用型液晶表示装置のように、1つの絵素領域内に厚さの異なる液晶層を有する、いわゆるマルチギャップ方式の液晶表示装置においては、液晶分子の配向が段差の影響を受けて乱れやすいので、安定な放射状傾斜配向を得ることが難しい。例えば、本願発明者が検討した結果、電極に開口部を設けて斜め電界を生成しても、十分に安定な放射状傾斜配向を得ることが難しいことが分かった。

【0104】実施形態2では透過反射両用型 (以下「両用型」という。) 液晶表示装置に本発明を適用した実施形態を説明する。

【0105】図17 (a)、(b) および (c) を参照しながら、実施形態2の両用型液晶表示装置の構造を説明する。

【0106】図17 (a) は両用型液晶表示装置200の上面図、図17 (b) は両用型液晶表示装置200' の上面図、図17 (c) は、図17 (a) および (b) の17C-17C' 線に沿った断面図である。なお、これらの図では、簡単のために、カラーフィルタ、ブラックマトリクス、TFT等を省略する。

【0107】両用型液晶表示装置200および200' の絵素電極212は、透明電極212tと反射電極212rとを有している。透明電極212が透過モードで表示を行う透過領域Tを規定し、反射電極212rが反射モードで表示を行う反射領域Rを規定する。透明電極212tは例えばITO層から形成され、反射電極212rは例えばアルミ層で形成される。なお、反射電極212に代えて、透明導電層と反射層とを組み合わせることもできる。

(12)

21

【0108】透過領域Tの液晶層30の厚さは、反射領域Rの液晶層30の厚さよりも大きくなるように形成されている。これは、透過領域Tの液晶層30を通過した透過光のリタデーションと反射領域Rの液晶層30を通過した反射光のリタデーションを調整するためであり、透過領域Tの液晶層30の厚さを反射領域Rの液晶層30の厚さの約2倍にすることが好ましい。

【0109】この液晶層30の厚さの違いは、例えば、反射電極212rを絶縁層213上に形成し、透明電極212tを絶縁層213に形成された開口部213aに形成することによって与えられる。透明電極212tはTFT（不図示）のドレイン電極に電気的に接続されており、反射電極212rは絶縁層213の開口部213a内で透明電極212tに接続されている。反射電極212rは、開口部213aによって形成される段差を覆うように形成されている。もちろん、開口部213aは凹部であってもよい。

【0110】両用型液晶表示装置200と200'とでは、図17(a)と(b)との比較から分かるように、反射領域Rと透過領域Tとの相互配置が異なる。これらの配置は、図示した例に限らず種々の配置を採用することができる。但し、配線（走査配線および信号配線）やTFTなど光を透過しない要素が形成されている領域は透過領域Tとして利用することができないので、反射領域Rを光を透過しない要素が形成されている領域に形成することによって、表示に利用できる実質的な絵素領域の面積を拡大できる利点がある。

【0111】両用型液晶表示装置200および200'は、反射電極212rに形成された開口部212aと、透明電極212t上に形成された第1凸部216とをTFT基板側に有するとともに、対向電極222の液晶層230側に形成された第2凸部226を有している。実施形態1について詳述したように、これらの配向規制力によって、液晶層230の液晶分子の放射状傾斜配向が安定化される。勿論、例示した構成に限られず、実施形態1で説明したように、凸部と電極に形成された開口部とを種々に組み合わせることができる。

【0112】但し、透明電極213上に凸部216を設けた構成を採用すると、透明電極213上に絶縁層213となる透明な樹脂層（感光性のあるものが好ましい）を形成し、開口部213を形成するためのパターンニングの工程において、凸部216を形成することができるので、製造プロセスを簡略化できる利点がある。

【0113】また、反射電極212rは、段差を覆うように形成することが好ましい。段差を覆うことによって、反射電極212rに平行な等電位線を形成するような電界が生成されるので、段差部が反射電極212rで覆われていないときよりも、安定な放射状傾斜配向が得られる。

【0114】このように、本発明によると、段差を覆う

22

ように電極を形成し、段差による液晶分子の配向の不連続性を電界の効果によって抑制しつつ、且つ、適当な傾斜側面を有する凸部16を設け、その表面の配向規制力によって、放射状傾斜配向の中心を形成するので、安定な放射状傾斜配向を実現することができる。

【0115】反射領域Rに設けられる開口部212aや第2凸部226の作用は、図4に示した実施形態1の液晶表示装置130と同様なので、ここではその説明を省略する。

【0116】次に、図18(a)および(b)を参照しながら、実施形態2の他の両用型液晶表示装置210の1つの絵素領域の構造を説明する。図18(a)は基板法線方向から見た上面図であり、図18(b)は、図18(a)の18B-18B'線に沿った断面図である。

【0117】透過領域Tが絵素領域の中央部に設けてあり、その周辺部に反射領域Rが設けられている。両用型液晶表示装置200および200'と異なり、反射電極212rに開口部212aは形成されていない。反射領域Rの対向電極222に6つの第2凸部226が形成されている。6つの第2凸部222は2つの正方格子を形成するように配置されており、それぞれの中心に第1凸部216が配置されている。このように第1凸部216および第2凸部226を配置することによって、それぞれを中心とした8個の放射状傾斜配向の液晶ドメインが安定に形成される。

【0118】次に、図19(a)および(b)を参照しながら、実施形態2の他の両用型液晶表示装置220の1つの絵素領域の構造を説明する。図19(a)は基板法線方向から見た上面図であり、図19(b)は、図19(a)の19B-19B'線に沿った断面図である。

【0119】両用型液晶表示装置220は、対向電極222上の第2凸部226が絵素領域外に設けられている点で、図18に示した両用型液晶表示装置210と異なっている。

【0120】凸部226を中心に形成される液晶ドメインは、その一部だけが絵素領域内に位置し、表示に寄与するが、他の部分は表示に寄与しない。しかしながら、凸部226は正方格子を形成するように配置されているので、絵素領域内に含まれる部分を足し合わせると、2つの液晶ドメインが液晶ドメインが含まれているのと同等になる。すなわち、長方形の絵素領域の各角の近傍に形成される液晶ドメインの約4分の1が絵素領域に含まれ $((1/4) \times 4)$ 、絵素領域の長辺の中央付近に形成される液晶ドメインの約2分の1が絵素領域に含まれる $((1/2) \times 2)$ 。従って、両用型液晶表示装置220の視野角特性は、両用型液晶表示装置210と同等であり、非常に優れている。

【0121】但し、両用型液晶表示装置220のように、絵素領域外（隣接する絵素領域の間）に凸部226を形成すると、凸部226の近傍の液晶分子に起因する

(13)

23

光漏れが生じる場合でも、表示品位の低下を抑制することができる。

【0122】また、図20(a)に示した両用型液晶表示装置210と図20(b)に示した両用型液晶表示装置220とを比較すれば明らかなように、両用型液晶表示装置220では、絵素領域内に凸部226が存在しないので、表示に利用させる実効面積が広く、より明るい表示を実現することができる。

【0123】勿論、凸部226の配置は、上記の例に限られず、絵素領域の形状や大きさに応じて種々変更できる。例えば、図21(a)、(b)、(c)および  
10 (d)にそれぞれ示す、両用型液晶表示装置240、250、260および270のように配置することができる。

【0124】図21(a)および(b)に示したように、絵素領域が正方形の場合には、正方形の透過領域（透明電極212tが露出されている部分）を絵素領域の中央部に形成し、その周辺に反射領域（反射電極212r）を設け、対向基板に形成する第2凸部226を絵素領域内に正方格子を形成するように配置してもよいし  
20 (図21(a))、あるいは、絵素領域外に正方格子を形成するように配置してもよい(図21(b))。もちろん、透過領域の大きさ（反射領域の大きさとの割合）にも依存して、適宜変更しても良い。

【0125】特に、絵素領域が大きな場合、図21(c)および(d)に示した両用型液晶表示装置260および270のように、複数の透過領域（透明電極212が露出された領域）を設け、それらの周辺に反射領域（反射電極22r）を設けることが好ましい。すなわち、絵素領域が大きくなると放射状傾斜配向を安定に形成するために、液晶ドメインの数を増やすことが必要になる。このとき、図21(c)に示したように、全ての第2凸部226を絵素領域内に配置しても良いし、図22(d)に示したように、最外周に配置される凸部226bを絵素領域外に形成してもよい。但し、絵素領域外に形成される凸部226も絵素領域内に形成される凸部226と正方格子を形成するように配置することが、配向の安定性の観点から好ましい。なお、第2凸部に代えて、対向電極222（例えば図19(b9)参照）に開口部を設けてもよい。

【0126】なお、絵素領域が小さい場合には、図21(a)または(b)中の第2凸部226を省略しても、絵素電極212のエッジに発生する斜め電界を利用して放射状傾斜配向を安定に形成することができる。

【0127】また、TFT基板上の第1凸部216を省略し、図22(a)および(b)に示す液晶表示装置280のように、対向基板の透過領域Tに対応する位置に形成された第2凸部226によって放射状傾斜配向が実現される構成としてもよい。

【0128】次に、図23、図24および図25を参照  
50

24

しながら、両用型液晶表示装置300および310の他の具体的な構造を説明する。

【0129】両用型液晶表示装置300および310は、TFT342と、TFT342のソース電極と一体に形成された信号配線343と、TFT342のゲート電極と一体に形成された走査配線344とを有している。透明電極312tはTFT342のドレイン電極に接続されており、反射電極312rは絶縁層（図24の313参照）に設けられた開口部312aにおいて透明電極312tに接続されている。また、反射電極312rは、TFT342を覆い、且つ、信号配線343および走査配線344と周辺部で重なるように形成されている。更に、両用型液晶表示装置300および310は、補助容量配線345を有し、補助容量配線345は絶縁層に設けられたコンタクトホール347内で反射電極312rと接続されている。

【0130】図23に示した両用型液晶表示装置300は、2つの透過領域T（図25参照）を有し、それぞれの中央に第1凸部316が形成されている。対向基板側に形成されている第2凸部326は、絵素領域外に設けられ、信号配線343および走査配線344に対応する領域に設けられている。

【0131】図24および図25に示した両用型液晶表示装置310は、多くの透過領域Tが形成されている点で、両用型液晶表示装置300と異なっている。さらに、コンタクトホール347に対応する領域にも第2凸部326が形成されている。この位置にも第2凸部326を形成することによって、液晶ドメインの配置の規則性が高まり、放射状傾斜配向の安定性が向上する。このように、液晶ドメインを正方格子状などの回転対称性が高いように配置することが困難な場合でも、液晶ドメインの相互配置がなるべく規則的になるように、第2凸部326（あるいは第1凸部316または開口部）を配置すればよい。また、補助容量配線345は光を通さない材料で形成されるので、この第2凸部326の近傍で光漏れが発生しても表示品位が低下することがない。また、図25に示したように、信号配線343に対向する領域に形成された第2凸部326の近傍で光漏れが発生しても、信号配線343で遮光されるので、表示品位が  
40 低下することがない。

【0132】また、TFT基板上に形成される第1凸部316を省略し、図26に示す液晶表示装置320のように、対向基板の透過領域Tに対応する位置に形成された第2凸部326によって放射状傾斜配向が実現される構成としてもよい。

【0133】1つの絵素領域内に液晶層の厚さが異なる複数の領域を有するマルチギャップ方式の液晶表示装置において、複数の領域間に存在する段差部（境界部）を電極で覆うことが好ましいのは既に述べた通りである。電極で覆われた段差部を境界としてその両側に凸部が配



(14)

25

置される場合、両方の基板に交互に凸部を配置してもよいし、一方の基板のみに凸部を配置してもよい。

【0134】図27および図28に、両方の基板に凸部が配置された両用型液晶表示装置300Aおよび300Bを模式的に示す。

【0135】両用型液晶表示装置300Aは、図27

(a)および(b)に示したように、TFT基板側に形成された第1凸部316と、対向基板側に形成された第2凸部326とを有している。第1凸部316は透過領域Tに設けられており、第2凸部326は反射領域Rに設けられている。つまり、反射電極312rで覆われた段差部306を介して互いに隣接する凸部がそれぞれ異なる基板に形成されている。

【0136】透過領域Tに設けられた第1凸部316による配向規制力と、反射領域Rに設けられた第2凸部326による配向規制力とは互いに整合する。また、透過領域Tと反射領域Rとの間の段差部306は反射電極312rによって覆われているので、段差部306を覆う電極により生成される段差部306の表面に平行な電界によって、段差に起因した液晶分子の配向の不連続性が抑制される。そのため、透過領域Tの液晶層330に形成される液晶ドメインの放射状傾斜配向と、反射領域Rの液晶層330に形成される液晶ドメインの放射状傾斜配向とはなめらかに連続するので、安定な放射状傾斜配向が実現される。

【0137】図28(a)および(b)に示した両用型液晶表示装置300Bは、TFT基板側に形成された第1凸部316が反射領域Rに設けられ、対向基板側に形成された第2凸部326が透過領域Tに設けられている点において両用型液晶表示装置300Aと異なるが、同様に安定な放射状傾斜配向が実現される。

【0138】図29および図30に、一方の基板のみに凸部が配置された両用型液晶表示装置300Cおよび300Dを模式的に示す。

【0139】図29(a)および(b)に示した両用型液晶表示装置300Cは、TFT基板側に形成された第1凸部316を透過領域Tおよび反射領域Rの両方に有しており、図30(a)および(b)に示した両用型液晶表示装置300Dは、対向基板側に形成された第2凸部326を透過領域Tおよび反射領域Rの両方に有している。つまり、両用型液晶表示装置300Cおよび300Dにおいては、反射電極312rで覆われた段差部306を介して互いに隣接する凸部が同じ基板に形成されている。

【0140】透過領域Tに形成される液晶ドメインの放射状傾斜配向と、反射領域Rに形成される液晶ドメインの放射状傾斜配向とは、段差部306上の液晶分子の配向状態を考慮しない場合には、整合しないかのようにも思える。しかしながら、両用型液晶表示装置300Cおよび300Dでは、段差部306が電極（ここでは反射

26

電極312r)によって覆われているので、段差部306が変局点となり、透過領域Tに形成される液晶ドメインと反射領域Rに形成される液晶ドメインはそれぞれ安定な放射状傾斜配向をとる。

【0141】これは、段差という特殊な形状に起因した微妙なアンバランスが発生することと、段差部306を覆う電極によって段差部306の表面に平行な電界（等電位面）が発生することとによって、図31に示すように、段差部306上の液晶分子31が、基板面に平行で、且つ、第1凸部316同士を結ぶ直線に直交する方向（図31では紙面に垂直な方向）に確実に倒れるからである。透過領域Tの液晶ドメインと反射領域Rの液晶ドメインは、段差部306上の倒れた液晶分子31を境界として3次元的に整合するように配向している。

【0142】上述したように、1つの絵素領域内に液晶層の厚さが異なる複数の領域を有するマルチギャップ方式の液晶表示装置においては、複数の領域間に存在する段差部（境界部）を電極で覆うことによって安定な放射状傾斜配向が得られる。段差部に起因する配向の不連続性をより効果的に抑制する観点からは、凸部が、段差部によって囲まれている（基板面法線方向から見て囲まれている）ことが好ましい。

【0143】ここでは、透過領域Tと反射領域Rとを備える両用型液晶表示装置を例示したが、勿論これに限定されず、マルチギャップ方式の透過型液晶表示装置や反射型液晶表示装置においても、段差部を電極で覆うことによって安定な放射状傾斜配向が実現される。段差部を覆う電極も、例示した反射電極に限定されない。透過電極で段差部を覆ってもよいし、透過電極と反射電極とが段差部に積層されてもよい。

【0144】また、本実施形態では、垂直配向膜にラビング処理が施されていないので、表示画像中にラビング筋が発生することがなく、コントラスト比の高い良好な表示が得られる。これに対して、垂直配向膜にラビング処理を施すことによって配向規制を行う場合、基板表面近傍の液晶分子に90°に近い角度（例えば88°～89°）のプレチルト角を発現させるので、微妙なプレチルト角むらによって黒レベルがばらつくことがある。そのため、コントラスト比が局所的にばらつき、ラビング筋が発生することがある。黒レベルのばらつきは、白レベルのばらつきよりもコントラスト比に大きな影響を与えるからである。

【0145】図32および図33に、他の両用型液晶表示装置300Eおよび300Fを模式的に示す。図32および図33に示した両用型液晶表示装置300Eおよび300Fのように、反射領域Rの凸部を省略すると、反射領域R内の表示に利用できる領域の面積が増加し、反射領域Rにおける光の反射率を向上できる。

【0146】図32(a)および(b)に示した両用型液晶表示装置300Eが、対向基板側に形成された第2



(15)

27

凸部326を透過領域Tに有しているのに対して、図33(a)および(b)に示した両用型液晶表示装置300Fは、TFT基板側に形成された第1凸部316を透過領域Tに有している。

【0147】図33(a)および(b)に示した両用型液晶表示装置300Fでは、段差が設けられている基板の高さの低い領域(具体的には段差部306を有するTFT基板の透過領域Tに対応する領域)に凸部(第1凸部316)が設けられているので、絶縁層313となる透明な樹脂層(感光性のあるものが好ましい)を形成し、開口部313aを形成するためのパターニングの工程において、凸部を形成することができ、製造プロセスを簡略化できる利点を得られる。

【0148】また、液晶分子を放射状傾斜配向させる凸部が、基板間の間隔(液晶層の厚さ)を保持するスペーサを兼ねてもよい。例えば、図34、図35および図36に示す両用型液晶表示装置300G、300Hおよび300Iのように、反射領域Rに設けられる凸部として、液晶層330の厚さを規定するスペーサとしても機能する第2凸部326'が形成されてもよい。図34、図35および図36に示したように、第2凸部326'は、TFT基板と対向基板との間(より具体的には反射電極312rと対向電極322との間)にこれらの間隔を保持するように設けられており、液晶層330の厚さを規定するスペーサとして機能する。

【0149】このような構成を採用すると、液晶層330の厚さを規定するスペーサを別個に設ける必要がないので、製造プロセスを簡略化し、製造コストを低減することができる利点がある。また、凸部に加えて別個にスペーサを設ける場合には、スペーサが設けられる領域が実質的に表示に寄与しない領域となるが、両用型液晶表示装置300G、300Hおよび300Iのように、第2凸部326'がスペーサを兼ねていると、表示に利用できる領域の面積が増加して開口率が向上する。

【0150】なお、図34(a)および(b)に示したように、透過領域Tに形成する第2凸部326を、スペーサとして機能する反射領域Rの第2凸部326'と同じ材料を用いて同じ工程で形成すると、製造コストのさらなる低減を図ることができる。また、図35(a)および(b)に示したように、透過領域Tに形成する第2凸部326を、スペーサとして機能する反射領域Rの第2凸部326'よりも低く形成すると、凸部の傾斜側面の面積が小さくなって光漏れの原因になる液晶分子の存在確率が低くなるので、コントラスト比が向上する。図36(a)および(b)に示したように、TFT基板側に形成された第1凸部316を透過領域Tに配置すると、既に述べたように絶縁膜313に開口部313aを形成する工程において第1凸部316を形成できるので、製造コストのさらなる低減を図ることができる。

【0151】図27～図36では、各絵素領域内で透過

28

領域Tの面積が反射領域Rの面積よりも大きい場合を示したが、勿論、図37および図38に示す両用型液晶表示装置300Jおよび300Kのように、反射領域Rの面積が透過領域Tの面積よりも大きくてもよいことはいうまでもない。図37(a)および(b)に示したように、透過領域Tを挟むように2つの反射領域Rを配置してもよいし、図38(a)および(b)に示したように、絵素領域の端に透過領域Tを配置してもよい。配線(走査配線、信号配線、補助容量配線など)やTFTなどの光を透過しない要素の配置に応じて反射領域Rの配置を決定すればよい。光を透過しない要素が形成されている領域は、透過領域Tとして利用できないので、反射領域Rを光を透過しない要素が形成されている領域に形成することによって、表示に利用できる実質的な絵素領域の面積を拡大できる。

【0152】図39および図40に、透過領域Tを挟むように配置された2つの反射領域Rを絵素領域内に備えた他の両用型液晶表示装置300Lおよび300Mを模式的に示す。

【0153】図39(a)および(b)に示した両用型液晶表示装置300Lは、透過領域Tおよび2つの反射領域Rのそれぞれに、対向基板側に形成された第2凸部326、326'を有しており、一方の反射領域Rに形成された第2凸部326'は、スペーサとしても機能する。

【0154】図40(a)および(b)に示した両用型液晶表示装置300Lは、TFT基板側に形成された第1凸部316を透過領域Tに有するとともに、対向基板側に形成された第2凸部326'を一方の反射領域Rのみに有している。一方の反射領域Rのみに形成された第2凸部326'は、スペーサとしても機能する。このように、他方の反射領域Rの凸部を省略し、TFT基板側に形成された第1凸部316を透過領域Tに配置すると、開口率の向上と製造コストの低減を図ることができる。

【0155】なお、上述した実施形態の説明においては、基板上に形成される凸部として、円錐台状の凸部を例示したが、凸部の形状はこれに限定されない。図41(a)、(b)および(c)に示すような、基板面に沿った断面形状が略十字形である凸部16'を用いてもよい。

【0156】図41(a)、(b)および(c)に示した凸部16'は、傾斜側面16sと頂面16tとを有し、傾斜側面16sは、絵素電極12の表面(基板11の表面に平行)に対して角度 $\theta$ で傾斜している。勿論、頂面16tはなくてもよい。

【0157】断面形状が略十字形である凸部16'は、断面形状が略円形で同程度の面積を占める凸部に比べ、液晶層30の液晶分子31に対して配向規制力を及ぼす傾斜側面16sの面積が大きいので、液晶分子31に対

(16)

29

してより大きな配向規制力を発現する。そのため、図4 1 (a)、(b) および (c) に示した断面形状が略十字形の凸部16'を用いると、放射状傾斜配向がより安定化され、電圧を印加した際の応答速度が向上する。

【0158】図42に、断面形状が略円形である凸部を備えた液晶表示装置および断面形状が略十字形である凸部16'を備えた液晶表示装置の応答速度を示す。図42は、横軸にセル厚( $\mu\text{m}$ )を示し、縦軸に応答速度( $\text{msec}$ )を示すグラフである。図42中の○は断面形状が略円形である場合を示し、+は断面形状が略十字形である場合を示している。図42に示したように、断面形状が略円形である場合よりも、断面形状が略十字形である場合の方が応答速度が速い。

【0159】勿論、凸部のサイズを大きくすると、傾斜側面の面積も大きくなるので、凸部のサイズを大きくすることによっても配向規制力を大きくすることができるが、凸部のサイズを大きくすると絵素領域において凸部が占める面積も大きくなるので、絵素領域の表示に利用される領域の面積が小さくなり、開口率が低下する。これに対して、断面形状を略十字形とすると、断面形状が略円形である場合に比べて凸部が占める面積を大きくすることなく傾斜側面の面積を大きくすることができるので、開口率を低下させることなく液晶分子31に対する配向規制力を大きくすることができる。

【0160】また、断面形状が略十字形の凸部16'を用いる場合には、全ての方位角方向のそれぞれに沿って配向する液晶分子の存在確率に指向性をもたせることができる。そのため、断面形状が略十字形の凸部16'を、偏光板を備えた液晶表示装置に用いる場合には、偏光板の偏光軸方向と十字の延びる方向との配置関係を最適化することによって、透過率が向上し、より明るい表示が実現されるとともに、コントラスト比が向上する。以下、さらに詳しく説明する。

【0161】図43に、凸部の断面形状が略円形である場合および凸部の断面形状が略十字形である場合の印加電圧(V)に対する透過強度指向性を示す。図43中の破線は、断面形状が略円形である場合の透過強度指向性を示し、実線は、断面形状が略十字形である場合の透過強度指向性を示している。透過強度指向性は、クロスニコル状態に設けられた一対の偏光板のある配置における透過強度を $I_+$ とし、その配置から偏光軸を $45^\circ$ 回転させたときの透過強度を $I_\times$ とすると、 $I_+ / (I_+ + I_\times)$ で表される。凸部の断面形状が略十字形である場合には、偏光板の偏光軸方向が十字の延びる方向に一致している場合の透過強度を $I_+$ としている。液晶分子が全ての方位角方向に対して同等の確率で配向している場合には、透過強度指向性は0.5となり、完全な分割配向がなされている場合には、透過強度指向性は0または1となる。

【0162】凸部の断面形状が略円形である場合、透過

30

強度指向性は、図43に示したように、印加電圧に関係なく約0.5である。これは、断面形状が略円形である場合には、電圧無印加時にも電圧印加時にも液晶分子が全ての方位角方向に対して同等の確率で配向するからである。

【0163】これに対して、凸部の断面形状が略十字形である場合、透過強度指向性は、図43に示したように、電圧無印加時には0.5よりも小さく、十分大きな電圧が印加されたときには0.5よりも大きい。これは、クロスニコル状態に配置された偏光板の偏光軸方向を十字の延びる方向と一致させると、より暗い黒表示およびより明るい白表示を実現でき、コントラスト比を向上できることを意味する。この理由を以下に説明する。

【0164】まず、より暗い黒表示が実現される理由を図44(a)、(b)および(c)を参照しながら説明する。図44(a)、(b)および(c)は、電圧無印加時の液晶分子31の配向状態を模式的に示す図である。図44(a)は断面形状が略十字形の凸部16'が設けられている場合を示す上面図であり、図44(b)は断面形状が略円形の凸部16が設けられている場合を示す上面図であり、図44(c)は、図44(a)および(b)の44C-44C'線に沿った断面図に相当する。

【0165】図44(c)に示すように、電圧無印加時には、傾斜側面16sのアンカリング効果によって傾斜配向した液晶分子31が存在するので、このような傾斜配向している液晶分子31の複屈折効果によって光漏れが起こることがある。

【0166】断面形状が略十字形である場合、図44(a)に示すように、電圧無印加時に傾斜配向する液晶分子31の配向方向の方位角方向は、十字が延びる方向(互いに略直交する第1方向FDおよび第2方向SD)に対して平行または垂直である。そのため、偏光板の偏光軸の方向を十字の延びる方向と一致させると、電圧無印加時に傾斜配向する液晶分子31の配向方向の方位角方向は、偏光板の偏光軸に平行または垂直となるので、電圧無印加時に傾斜配向している液晶分子31は入射光に対して位相差を与えず、光漏れの発生が抑制される。

【0167】これに対して、断面形状が略円形である場合には、図44(b)に示すように、傾斜側面16sの影響を受けて傾斜配向する液晶分子31は、全ての方位角方向に対して同等の確率で配向しているため、偏光板の偏光軸方向をどのように設定しても、偏光軸に対して傾斜した方向に配向している液晶分子が存在する。そのため、光漏れが発生することがある。

【0168】上述したように、断面形状が略十字形であると、偏光板の偏光軸方向を最適化することによって、電圧無印加時の光漏れの発生を抑制することができ、より暗い黒表示を実現することができる。

【0169】次に、より明るい白表示が可能になる理由

(17)

31

を図45(a)および(b)を参照しながら説明する。図45(a)および(b)は、電圧印加時の液晶分子31の配向状態を模式的に示す図である。図45(a)は断面形状が略円形の凸部16が設けられている場合を示す上面図であり、図45(b)は断面形状が略十字形の凸部16'が設けられている場合を示す上面図である。

【0170】断面形状が略円形の凸部16が設けられている場合、電圧無印加時には、図44(b)に示したように、傾斜側面16s近傍の液晶分子31は、傾斜側面16sの配向規制力(アンカリング効果)を受けて全ての方位角方向に対して同等の確率で配向している。そのため、液晶層30に電圧を印加すると、傾斜側面16sの配向規制力を受けて傾斜した液晶分子31の配向方向と整合する方向に、周囲の液晶分子31は倒れ、図45(a)に示すように、液晶層30の液晶分子31は全ての方位角方向に対して同等の確率で配向する。

【0171】一方、断面形状が略十字形の凸部16'が設けられている場合、電圧無印加時に傾斜配向する液晶分子31の配向方向の方位角方向は、図44(a)に示したように、十字が延びる方向(互いに略直交する第1方向FDおよび第2方向SD)に対して平行または垂直である。それ故、液晶層30に電圧を印加すると、傾斜側面16sの配向規制力を受けて傾斜した液晶分子31の配向方向と整合する方向に周囲の液晶分子31が倒れ、その結果、図45(b)に示すように、十字が延びる方向に対して約45°の角をなす方向に沿って配向する液晶分子31の存在確率が比較的高くなる。そのため、一对の偏光板の偏光軸方向と十字が延びる方向とが一致するように、すなわち、一对の偏光板の一方の偏光軸が第1方向FDと平行に、かつ、一对の偏光板の他方の偏光軸が第2方向SDと平行になるように、一对の偏光板が配置されていると、偏光板の偏光軸に対して約45°の角をなす方向に沿って配向する液晶分子31の存在確率が比較的高いので、光の透過率が向上する。

【0172】上述したように、断面形状が略十字形であると、偏光板の偏光軸方向を最適化することによって、電圧印加時の光の透過率を向上させることができ、より明るい白表示を実現することができる。

【0173】なお、断面形状が略十字形の凸部16'として、図41(a)および(b)においては、直線状の辺から構成された略十字形の断面形状を有する凸部16'を示したが、勿論、これに限定されず、曲線状の辺を含んで構成された略十字形の断面形状であっても上述の効果が得られる。図46(a)に示すように、4つの4分の1円弧状の辺を含んで構成された略十字形であってもよいし、図46(b)に示すように、4つの4分の1円弧状の辺のみから構成された略十字形であってもよい。開口率を低下させることなく配向規制力を大きくする観点からは、図41(a)および(b)に示したような直線状の辺から構成された略十字形であることが好ま

32

しい。

【0174】断面形状が略十字形の凸部の配置例を、両用型液晶表示装置を例に説明する。なお、以下の説明においては、断面形状が略十字形の凸部を対向基板上に設ける場合について説明するが、勿論、TFT基板上に設けてもよいし、後述するように断面形状が略円形の凸部などと組み合わせて用いてもよい。

【0175】例えば、図47(a)および(b)に示す両用型液晶表示装置290aおよび290bのように、対向基板上の凸部226'を透過領域(透明電極212t)に対応する領域内に設けてもよいし、図48(a)および(b)に示す両用型液晶表示装置290cおよび290dのように、対向基板上の凸部226'を透過領域(透明電極212t)および反射領域(反射電極212r)の両方に共有されるように設けてもよい。開口率の観点からは、図47(a)および(b)に示した配置が好ましく、配向規制力を大きくし応答速度を向上させる観点からは図48(a)および(b)に示した配置が好ましい。

【0176】また、図47(a)および図48(a)に示したように絵素領域を規定する辺に対して十字の延びる方向が垂直または平行となるように凸部226'を設けてもよいし、図47(b)および図48(b)に示したように絵素領域を規定する辺に対して十字の延びる方向が傾斜するように(例えば約45°の角度をなすように)凸部226'を設けてもよいが、いずれの配置においても、偏光板の偏光軸方向を十字の延びる方向と一致させることによって、透過率やコントラスト比を向上させることができる。逆に言うと、偏光板の配置に制約がある場合においても、凸部226'の配置(十字の延びる方向)を最適化することによって透過率を向上させることができる。

【0177】図49、図50および図51を参照しながら、断面形状が略十字形の凸部326'を対向基板側に備えた両用型液晶表示装置330および340の具体的な構造を説明する。図49は、両用型液晶表示装置330を模式的に示す上面図であり、図50は、図49中の50A-50A'線に沿った断面図に相当し、図51は、両用型液晶表示装置340を模式的に示す上面図である。なお、以下の説明においては、図23、図24および図25に示した両用型液晶表示装置300および310の構成要素と実質的に同じ機能を有する構成要素を同じ参照符号を用いて示し、その説明を省略する。

【0178】図49、図50および図51に示した両用型液晶表示装置330および340は、絵素領域内に2つの透過領域Tを有し、それぞれの中央に位置するように、対向電極322上に断面形状が略十字形の凸部326'が形成されている。

【0179】図49および図50に示した両用型液晶表示装置330は、絵素領域を規定する辺に対して十字が

(18)

33

延びる方向が垂直または平行となるように設けられた凸部326'を有しているのに対して、図51に示した両用型液晶表示装置340は、絵素領域を規定する辺に対して十字が延びる方向が傾斜するように（例えば約45°の角度をなすように）設けられた凸部326'を有している点において異なる。

【0180】図49、図50および図51に示した両用型液晶表示装置330および340では、透過領域T内に凸部326'を設けるが、勿論、反射領域R内に凸部326'を設けてもよく、図52、図53(a)および(b)に示す両用型液晶表示装置350のように、透過領域Tおよび反射領域Rの両方に共有されるように凸部326'を設けてもよい。

【0181】また、図52、図53(a)および(b)に示した両用型液晶表示装置350のように、それぞれ独立した凸部326'を設けてもよいし、図54に示す両用型液晶表示装置360のように、隣接した凸部326'（他の絵素領域に形成された凸部326'を含む）同士が一体に形成された凸部326'を設けてもよい。

【0182】なお、上述の説明においては、断面形状が略十字形の凸部のみが設けられている場合について説明したが、勿論これに限定されず、断面形状が略十字形の凸部と他の断面形状の凸部と組み合わせて用いてもよい。また、上述の説明においては、一方の基板（対向基板）側に断面形状が略十字形の凸部が形成され、他方の基板（TFT基板）側に凸部が形成されていない場合について説明したが、勿論これに限定されず、一方の基板側に形成された断面形状が略十字形の凸部と、他方の基板側に形成された凸部と組み合わせて用いてもよい。

【0183】図55(a)および(b)に、断面形状が略円形の第1凸部16および断面形状が略十字形の第2凸部26'を備える液晶表示装置190を模式的に示す。図55(a)は、液晶表示装置190を模式的に示す上面図であり、図55(b)は、図55(a)中の55B-55B'線に沿った断面図に相当する。

【0184】液晶表示装置190は、TFT基板10の液晶層30側に形成された複数の第1凸部16と、対向基板20の液晶層30側に形成された複数の第2凸部26'とを有している。第1凸部16は、略円形の断面形状を有し、第2凸部26'は、略十字形の断面形状を有している。

【0185】図55(a)に示したように、9つの第1凸部16は、4つの正方格子を形成するように配置されており、4つの正方格子のそれぞれの中心に第2凸部26'が位置している。さらに、4つの第2凸部26'も正方格子を形成している。断面形状が略円形の第1凸部16と断面形状が略十字形の第2凸部26'とを組み合わせる場合にも、このように第1凸部16と第2凸部26'とを配置することによって、電圧印加時に液晶層30に形成される液晶ドメインの放射状傾斜配向が

34

さらに安定化される。

【0186】図56に、断面形状が略円形の第1凸部316および断面形状が略十字形の第2凸部326'を備える両用型液晶表示装置370を模式的に示す。

【0187】図56に示した両用型液晶表示装置370は、2つの透過領域Tを有し、それぞれの中央に位置するように対向電極322上に断面形状が略十字形の第2凸部326'が形成されている。TFT基板側に形成されている第1凸部316は、絵素領域外に設けられ、信号配線343および走査配線344に対応する領域に設けられている。図56に示したように、6つの第1凸部16は、2つの正方格子を形成するように配置されているとともに、2つの正方格子のそれぞれの中心に第2凸部26'が位置しており、そのことによって、放射状傾斜配向がさらに安定化される。

【0188】（偏光板、位相差板の配置）負の誘電率異方性を有する液晶分子が電圧無印加時に垂直配向する液晶層を備える、いわゆる垂直配向型液晶表示装置は、種々の表示モードで表示を行うことができる。例えば、液晶層の複屈折率を電界によって制御することによって表示する複屈折モードの他に、旋光モードや旋光モードと複屈折モードとを組み合わせた表示モードにも適用される。先の実施形態1および2で説明した全ての液晶表示装置の一对の基板（例えば、TFT基板と対向基板）の外側（液晶層30と反対側）に一对の偏光板を設けることによって、複屈折モードの液晶表示装置を得ることができる。また、必要に応じて、位相差補償素子（典型的には位相差板）を設けてもよい。更に、略円偏光を用いても明るい液晶表示装置を得ることができる。

【0189】

【発明の効果】本発明によると、放射状傾斜配向を有する液晶ドメインの配向の安定性を高めることにより、従来の広視角特性を有する液晶表示装置の表示品位をさらに向上することができる。さらに、外力により放射状傾斜配向が崩れても、容易に放射状傾斜配向が復元され得る信頼性の高い液晶表示装置が提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による実施形態1の液晶表示装置100の1つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、

(a)は上面図、(b)は(a)中の1B-1B'線に沿った断面図である。

【図2】実施形態1の他の液晶表示装置110の部分断面図であり、(a)は電圧無印加時、(b)は電圧印加時（中間調電圧）の液晶分子31の配向状態を模式的に示す図である。

【図3】実施形態1の他の液晶表示装置120の1つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、(a)は上面図、(b)は(a)中の3B-3B'線に沿った断面図である。

【図4】実施形態1の他の液晶表示装置130の1つの

(19)

35

絵素領域の構造を模式的に示す図であり、(a)は上面図、(b)は(a)中の4B-4B'線に沿った断面図である。

【図5】実施形態1の他の液晶表示装置150の1つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、(a)は上面図、(b)は(a)中の5B-5B'線に沿った断面図である。

【図6】図5(b)に示した液晶層30に電圧を印加したときに発生する電界を等電位線EQを用いて示した図である。

【図7】(a)~(d)は、液晶分子31に作用する電界による配向規制力を説明するための模式図である。

【図8】液晶表示装置150の部分断面図であり、(a)は電圧無印加時、(b)は電圧印加時(中間調電圧)の液晶分子31の配向状態を模式的に示す図である。

【図9】液晶表示装置150の基板上面から見た液晶分子31の配向状態を示す模式図であり、(a)は電圧無印加状態、(b)は電圧印加状態を示す。

【図10】(a)~(c)は、本発明の液晶表示装置に用いられる凸部16と開口部12aとの配置関係を説明するための図である。

【図11】実施形態1の他の液晶表示装置160の1つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、(a)は上面図、(b)は(a)中の11B-11B'線に沿った断面図である。

【図12】液晶表示装置160の液晶層30に電圧を印加した時の基板上面から見た液晶分子31の配向状態を示す模式図である。

【図13】実施形態1の他の液晶表示装置170の1つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、(a)は上面図、(b)は(a)中の13B-13B'線に沿った断面図である。

【図14】図13(b)に示した液晶層30に電圧を印加したときに発生する電界を等電位線EQを用いて示した図である。

【図15】液晶表示装置170の液晶層30に電圧を印加した時の基板上面から見た液晶分子31の配向状態を示す模式図である。

【図16】実施形態1の他の液晶表示装置180の1つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、(a)は上面図、(b)は(a)中の16B-16B'線に沿った断面図である。

【図17】実施形態2の両用型液晶表示装置200および200'の1つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、(a)は両用型液晶表示装置200の上面図、

(b)は両用型液晶表示装置200'の上面図、(c)は(a)および(b)中の17C-17C'線に沿った断面図である。

【図18】実施形態2の他の両用型液晶表示装置210

36

の1つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、

(a)は上面図、(b)は(a)中の18B-18B'線に沿った断面図である。

【図19】実施形態2の他の両用型液晶表示装置220の1つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、

(a)は上面図、(b)は(a)中の19B-19B'線に沿った断面図である。

【図20】(a)は両用型液晶表示装置210の上面図、(b)は両用型液晶表示装置220の上面図である。

【図21】(a)~(d)は、実施形態2の他の両用型液晶表示装置240、250、260および270の1つの絵素領域の構造を模式的に示す上面図である。

【図22】実施形態2の他の両用型液晶表示装置280の1つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、

(a)は上面図、(b)は(a)中の22B-22B'線に沿った断面図である。

【図23】実施形態2の他の両用型液晶表示装置300の1つの絵素領域の構造を模式的に示す上面図である。

【図24】実施形態2の他の両用型液晶表示装置310の1つの絵素領域の構造を模式的に示す上面図である。

【図25】両用型液晶表示装置310の1つの絵素領域の構造を模式的に示す図23中の24A-24A'線に沿った断面図である。

【図26】実施形態2の他の両用型液晶表示装置320の1つの絵素領域の構造を模式的に示す上面図である。

【図27】実施形態2の他の両用型液晶表示装置300Aの1つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、

(a)は上面図、(b)は断面図である。

【図28】実施形態2の他の両用型液晶表示装置300Bの1つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、

(a)は上面図、(b)は断面図である。

【図29】実施形態2の他の両用型液晶表示装置300Cの1つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、

(a)は上面図、(b)は断面図である。

【図30】実施形態2の他の両用型液晶表示装置300Dの1つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、

(a)は上面図、(b)は断面図である。

【図31】両用型液晶表示装置300Dの液晶層330に電圧を印加した時の液晶分子31の配向状態を示す模式図である。

【図32】実施形態2の他の両用型液晶表示装置300Eの1つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、

(a)は上面図、(b)は断面図である。

【図33】実施形態2の他の両用型液晶表示装置300Fの1つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、

(a)は上面図、(b)は断面図である。

【図34】実施形態2の他の両用型液晶表示装置300Gの1つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、

(a)は上面図、(b)は断面図である。

(20)

37

【図35】実施形態2の他の両用型液晶表示装置300Hの1つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、

(a)は上面図、(b)は断面図である。

【図36】実施形態2の他の両用型液晶表示装置300Iの1つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、

(a)は上面図、(b)は断面図である。

【図37】実施形態2の他の両用型液晶表示装置300Jの1つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、

(a)は上面図、(b)は断面図である。

【図38】実施形態2の他の両用型液晶表示装置300Kの1つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、

(a)は上面図、(b)は断面図である。

【図39】実施形態2の他の両用型液晶表示装置300Lの1つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、

(a)は上面図、(b)は断面図である。

【図40】実施形態2の他の両用型液晶表示装置300Mの1つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、

(a)は上面図、(b)は断面図である。

【図41】本発明による液晶表示装置に用いられる他の凸部16'を模式的に示す図であり、(a)および  
(b)は上面図、(c)は(a)および(b)中の41C-41C'線に沿った断面図である。

【図42】断面形状が略円形である凸部を備えた液晶表示装置および断面形状が略十字形である凸部を備えた液晶表示装置の応答速度を示すグラフである。

【図43】凸部の断面形状が略円形である場合および凸部の断面形状が略十字形である場合の印加電圧(V)に対する透過強度指向性を示すグラフである。

【図44】電圧無印加時の液晶分子31の配向状態を模式的に示す図であり、(a)は断面形状が略十字形の凸部が設けられている場合を示す上面図、(b)は断面形状が略円形の凸部が設けられている場合を示す上面図、  
(c)は(a)および(b)の44C-44C'線に沿った断面図である。

【図45】電圧印加時の液晶分子31の配向状態を模式的に示す図であり、(a)は断面形状が略円形の凸部が設けられている場合を示す上面図、(b)は断面形状が略十字形の凸部が設けられている場合を示す上面図である。

【図46】(a)および(b)は、本発明による液晶表示装置に用いられるさらに他の凸部16'を模式的に示す上面図である。

【図47】実施形態2の他の両用型液晶表示装置290

38

aおよび290bの1つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、(a)は両用型液晶表示装置290aの上面図、(b)は両用型液晶表示装置290bの上面図である。

【図48】実施形態2の他の両用型液晶表示装置290cおよび290dの1つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、(a)は両用型液晶表示装置290cの上面図、(b)は両用型液晶表示装置290dの上面図である。

【図49】実施形態2の他の両用型液晶表示装置330の1つの絵素領域の構造を模式的に示す上面図である。

【図50】両用型液晶表示装置330の1つの絵素領域の構造を模式的に示す図49中の50A-50A'線に沿った断面図である。

【図51】実施形態2の他の両用型液晶表示装置340の1つの絵素領域の構造を模式的に示す上面図である。

【図52】実施形態2の他の両用型液晶表示装置350の1つの絵素領域の構造を模式的に示す上面図である。

【図53】両用型液晶表示装置350の1つの絵素領域の構造を模式的に示す断面図であり、(a)は図52中の53A-53A'線に沿った断面図、(b)は図52中の53B-53B'線に沿った断面図である。

【図54】実施形態2の他の両用型液晶表示装置360の1つの絵素領域の構造を模式的に示す上面図である。

【図55】本発明による他の実施形態の液晶表示装置190の1つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、(a)は上面図、(b)は(a)中の55B-55B'線に沿った断面図である。

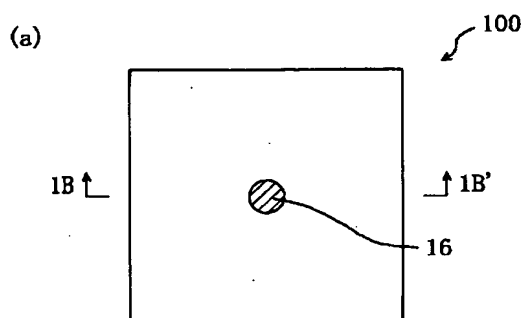
【図56】本発明による他の実施形態の両用型液晶表示装置370の1つの絵素領域の構造を模式的に示す上面図である。

【符号の説明】

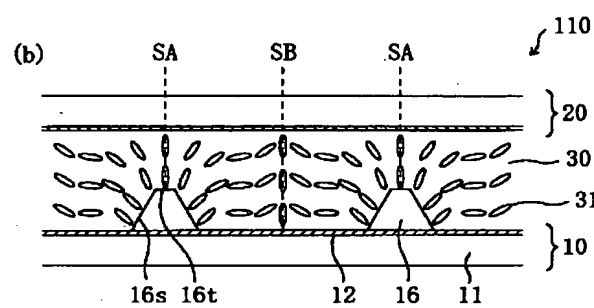
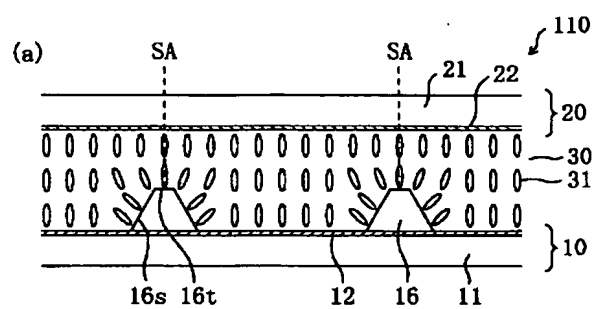
- 10 TFT基板
- 11 ガラス基板
- 12 絵素電極
- 16、16' 凸部
- 16s 傾斜側面
- 16t 頂面
- 20 対向基板
- 21 ガラス基板
- 30 液晶層
- 31 液晶分子
- 100 液晶表示装置

(21)

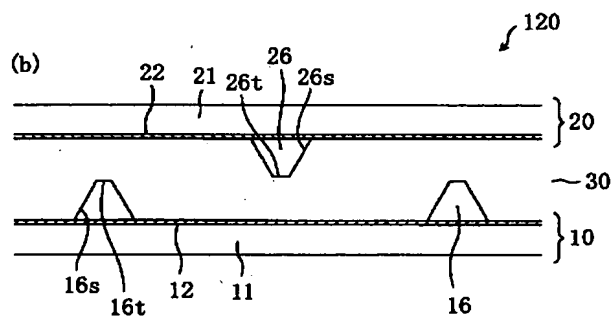
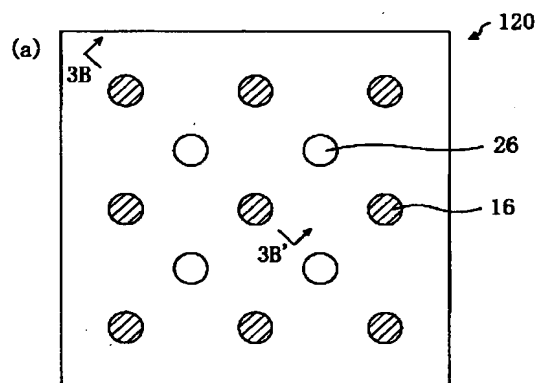
【図 1】



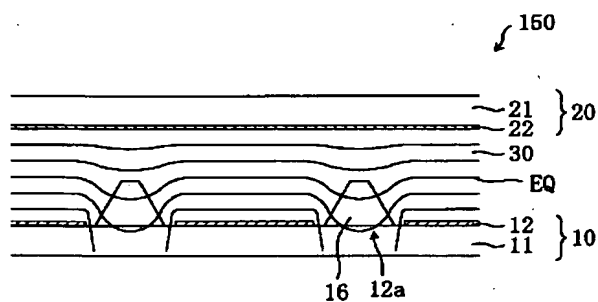
【図 2】



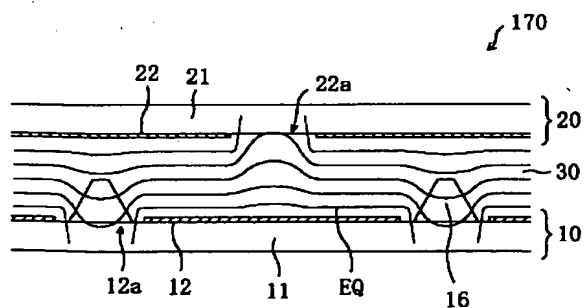
【図 3】



【图 6】

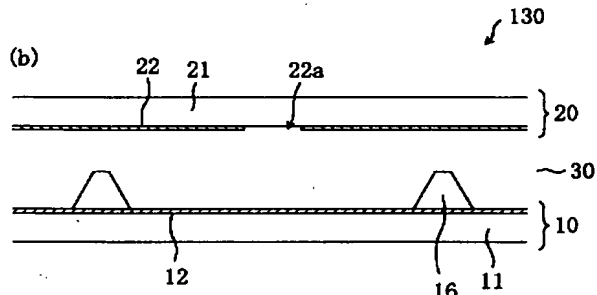
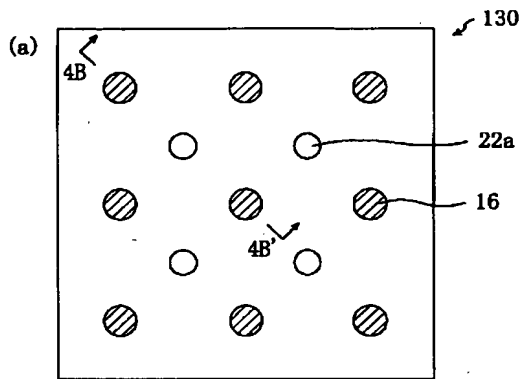


【図 14】

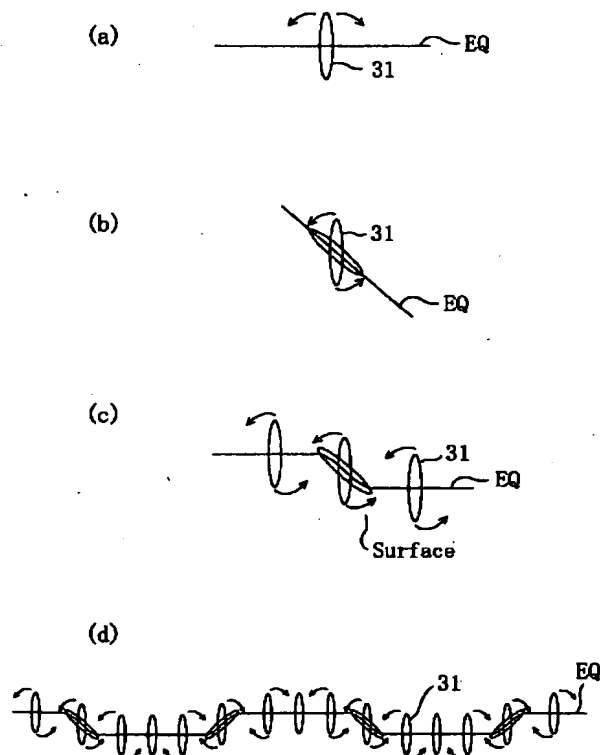


(22)

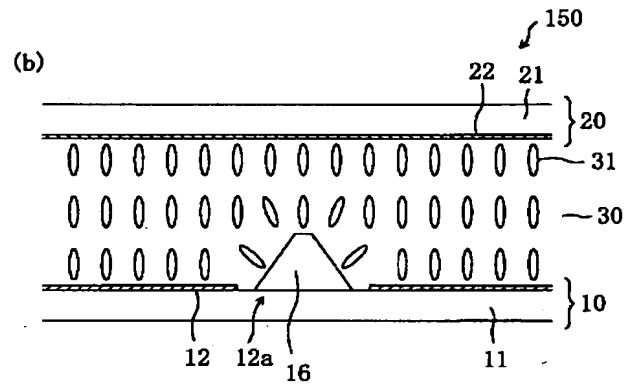
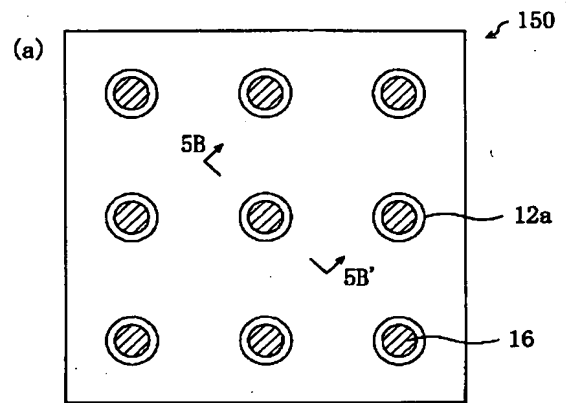
【図4】



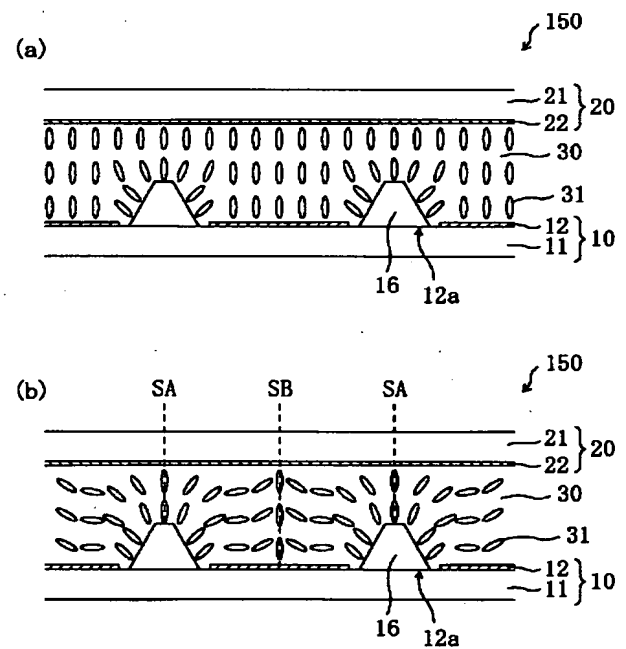
【図7】



【図5】



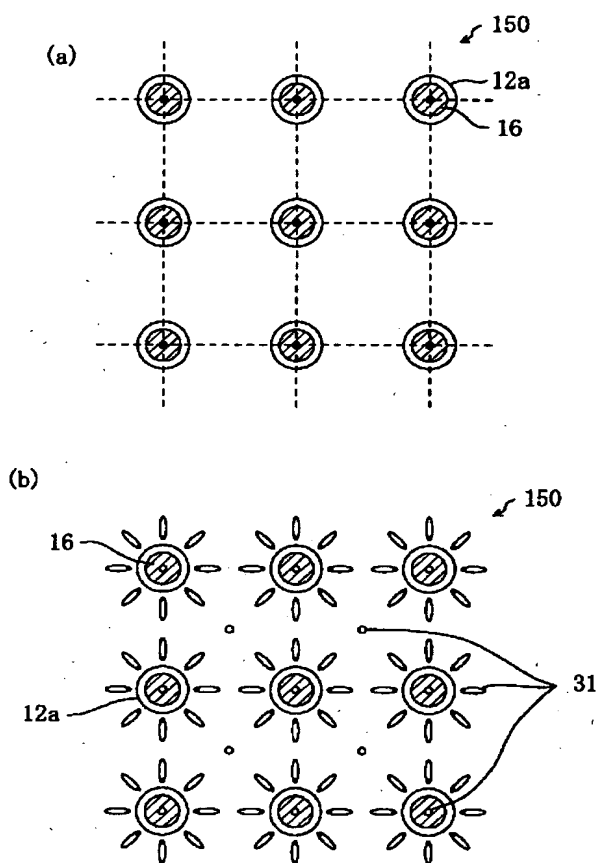
【図8】



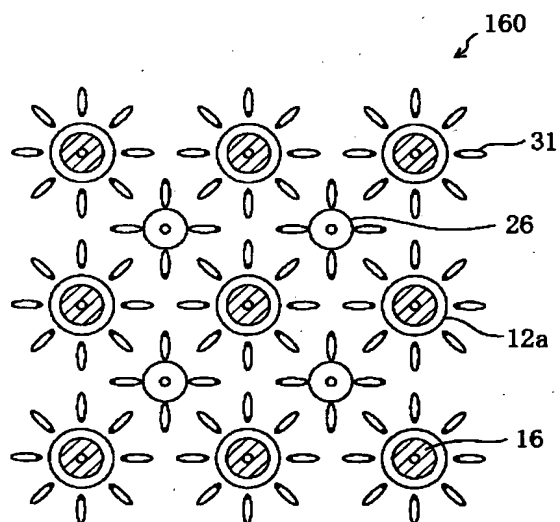


(23)

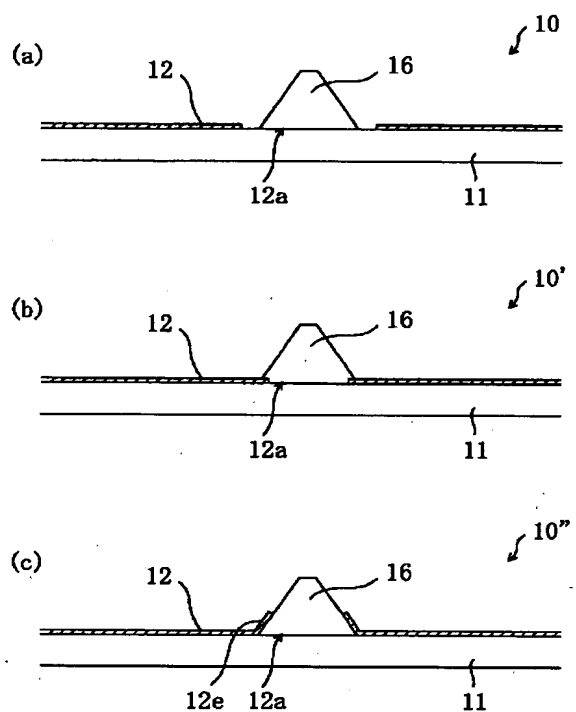
【図9】



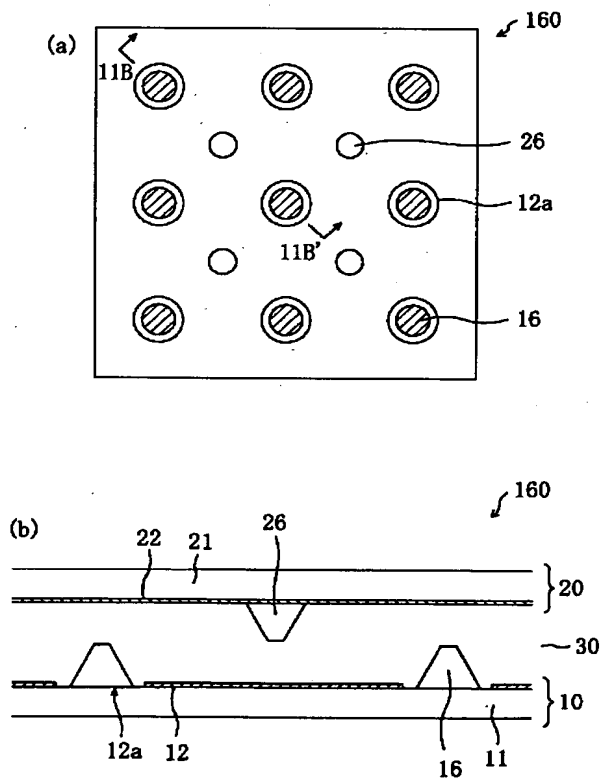
【図12】



【図10】

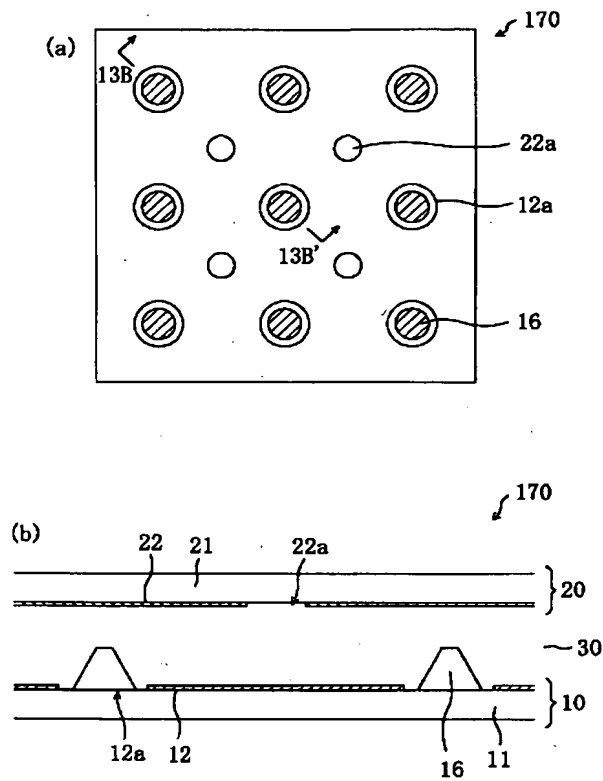


【図11】

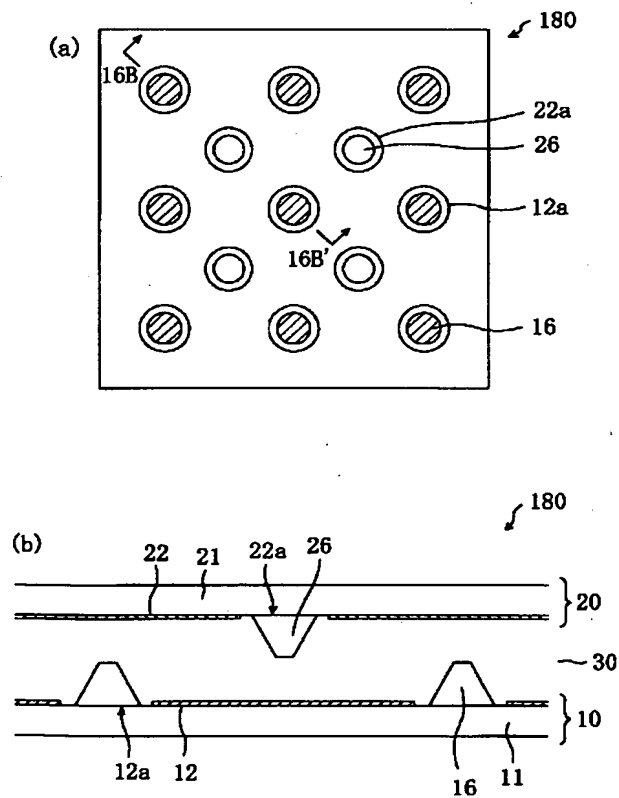


(24)

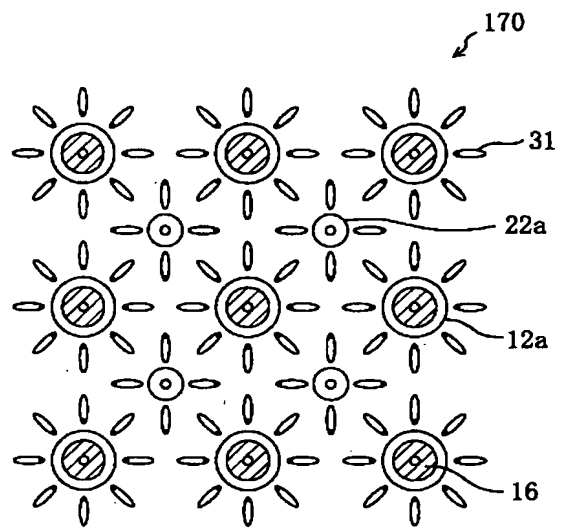
【図13】



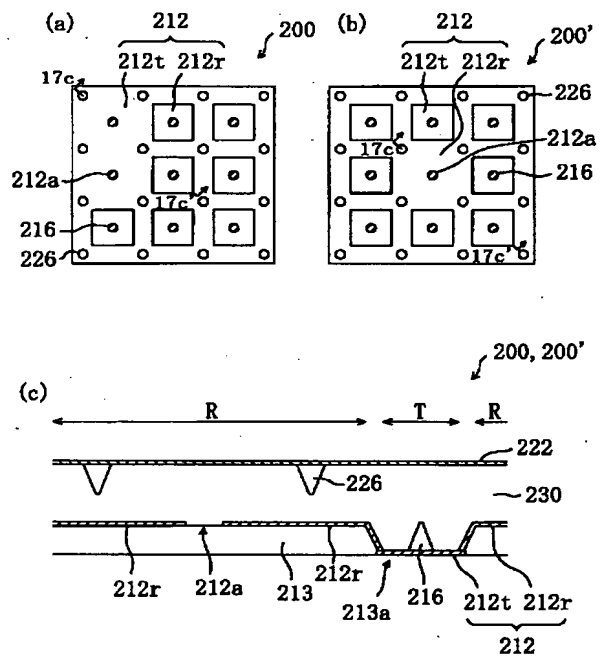
【図16】



【図15】

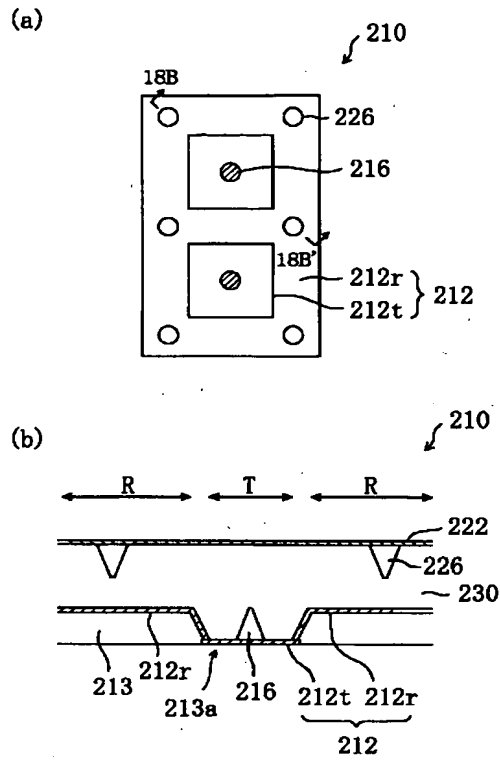


【図17】

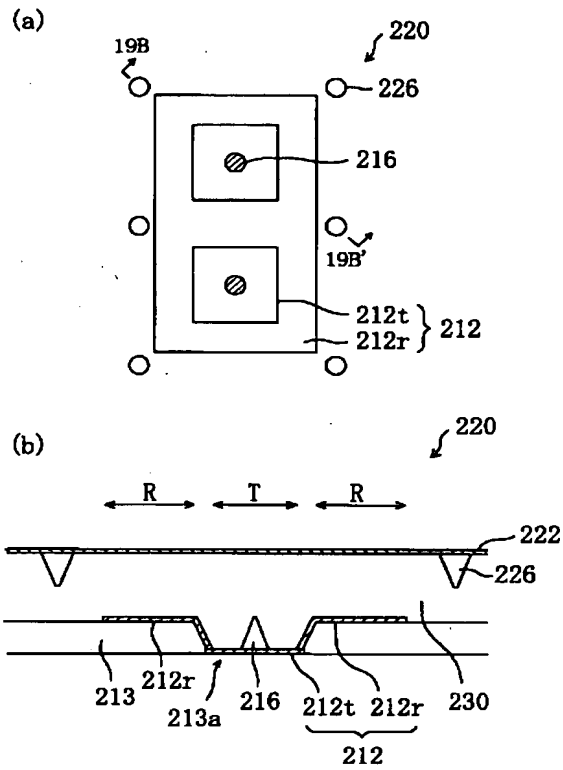


(25)

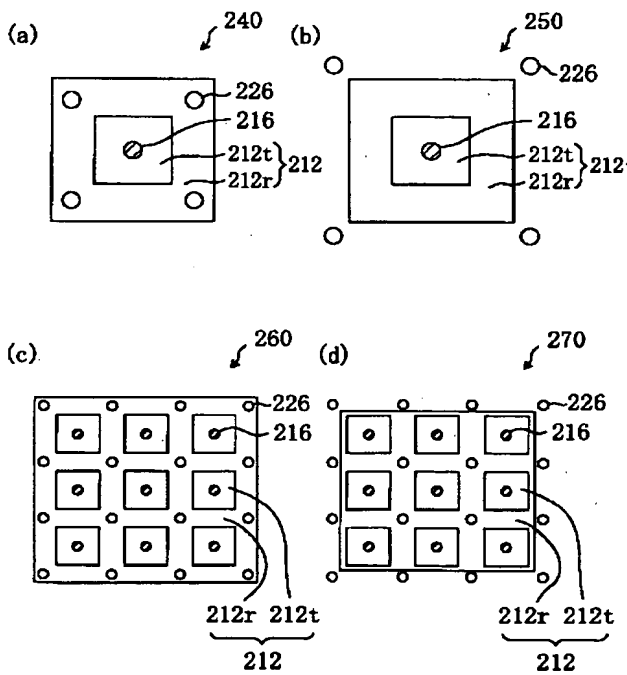
【図18】



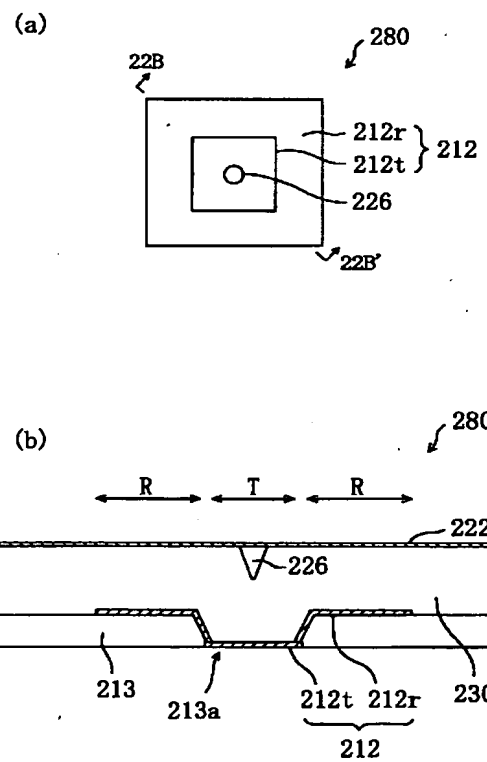
【図19】



【図21】

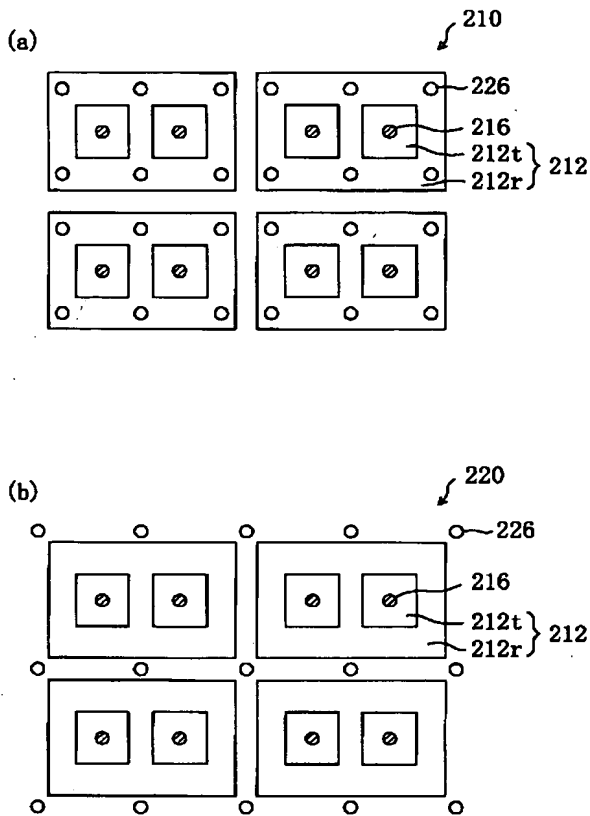


【図22】

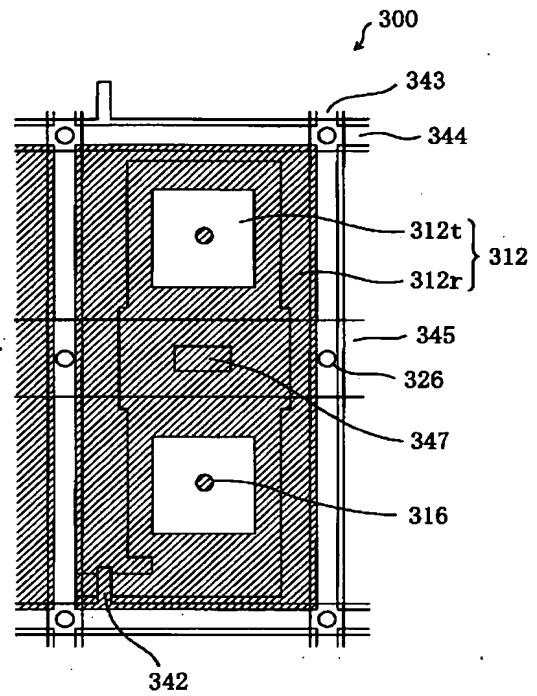


(26)

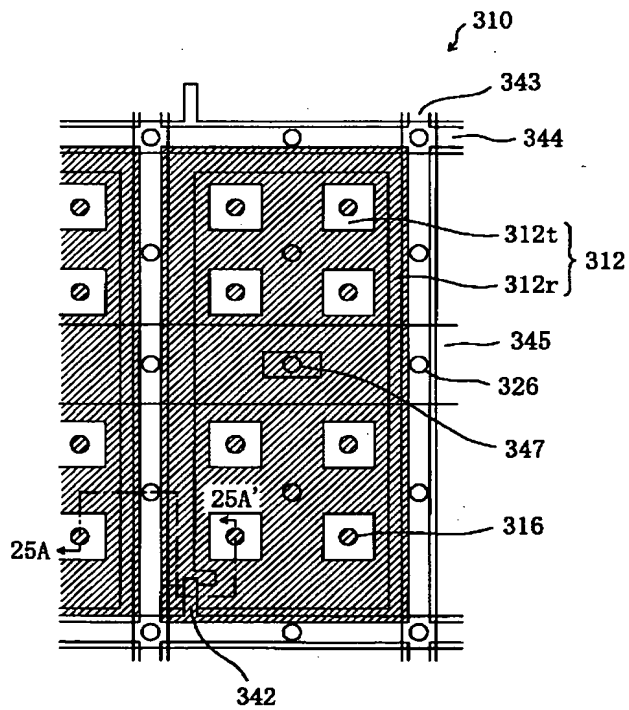
【図20】



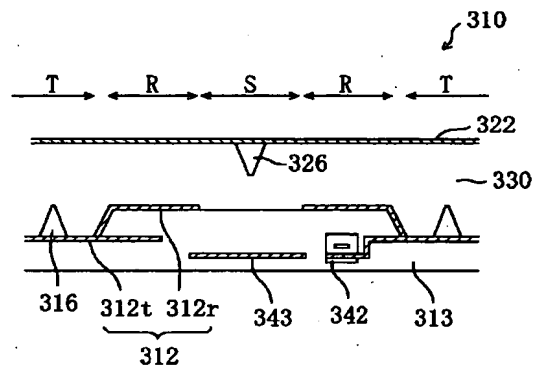
【図23】



【図24】

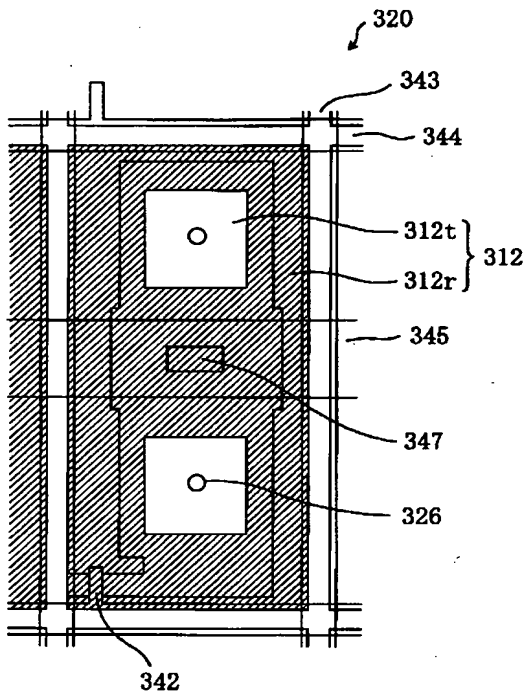


【図25】

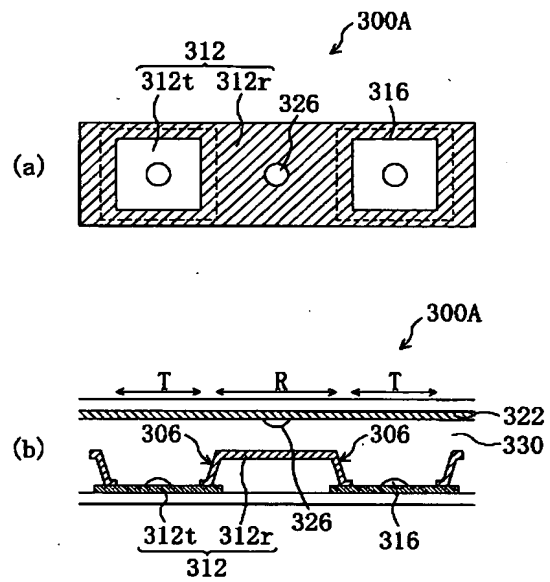


(27)

【図26】

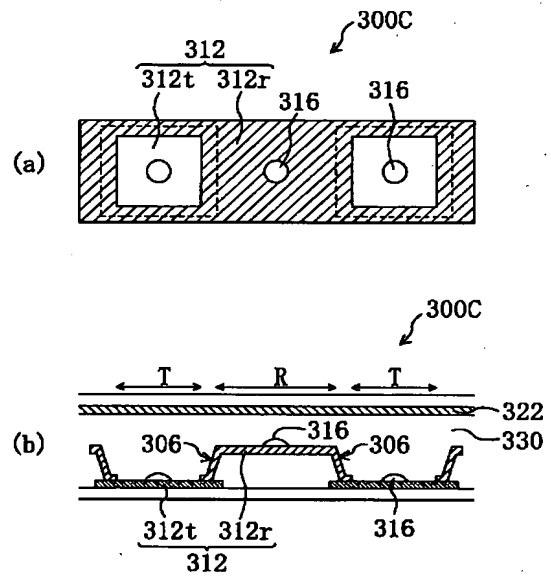
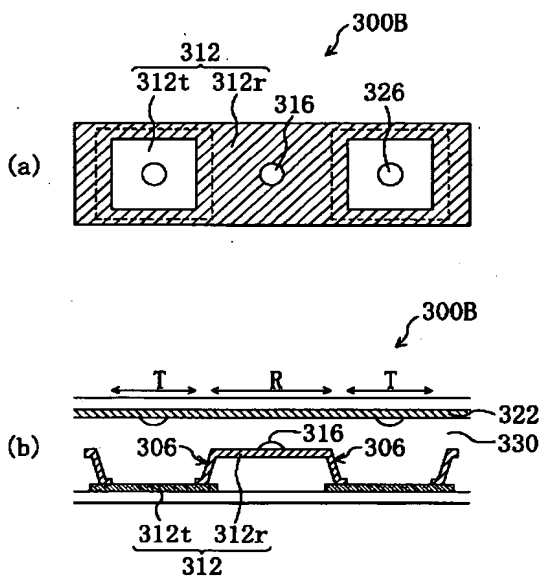


【図27】

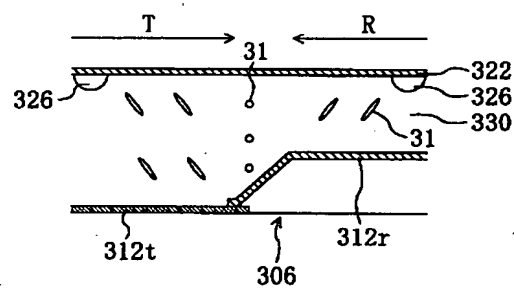


【図29】

【図28】

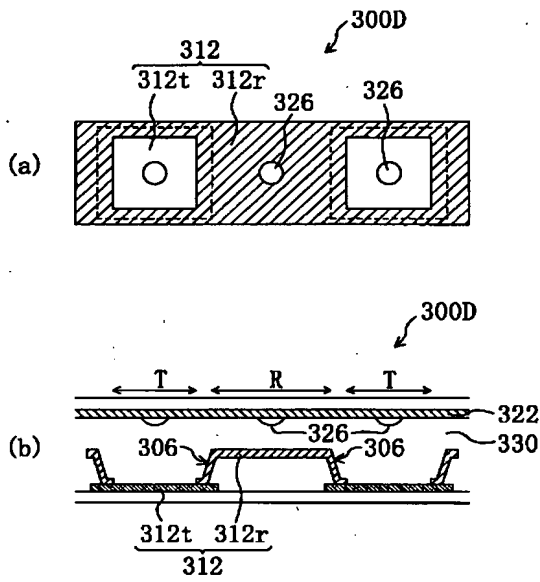


【図31】

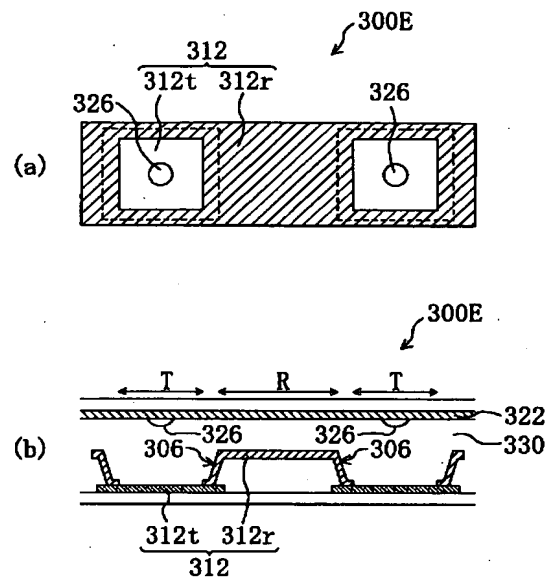


(28)

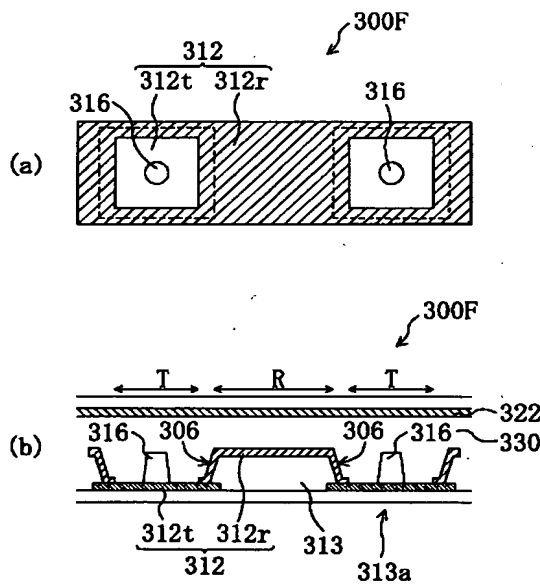
【図30】



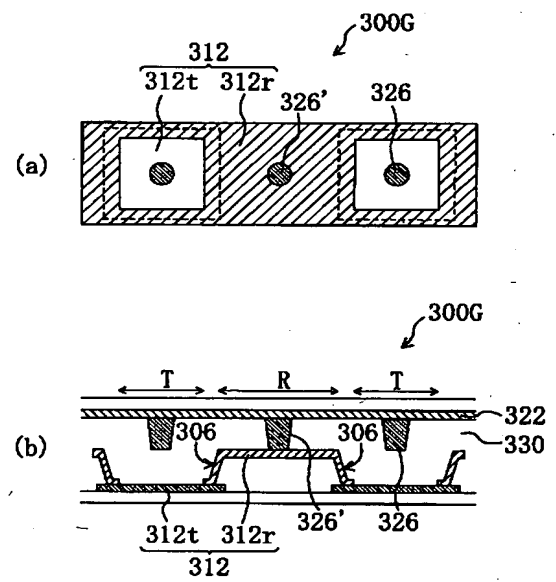
【図32】



【図33】

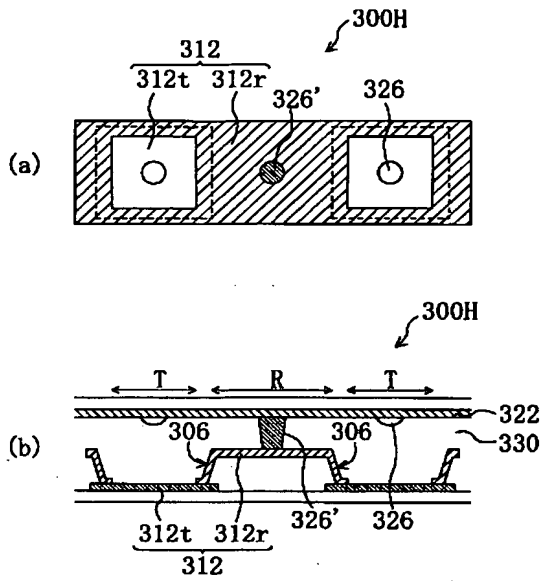


【図34】

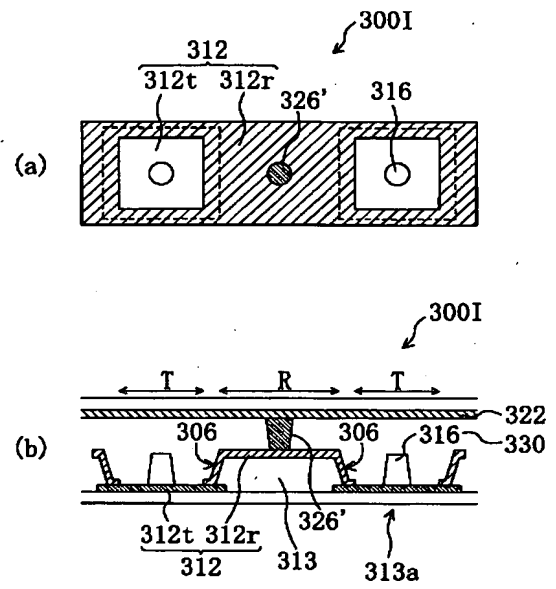


(29)

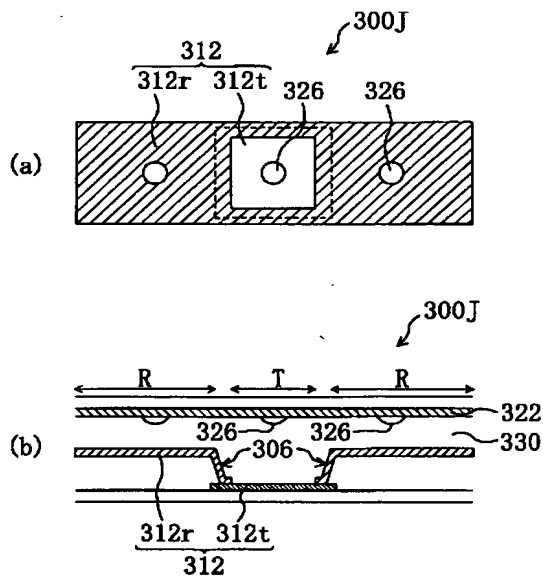
【図35】



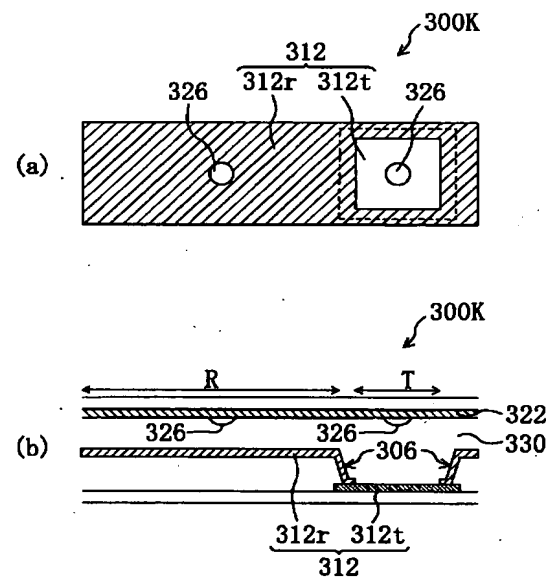
【図36】



【図37】

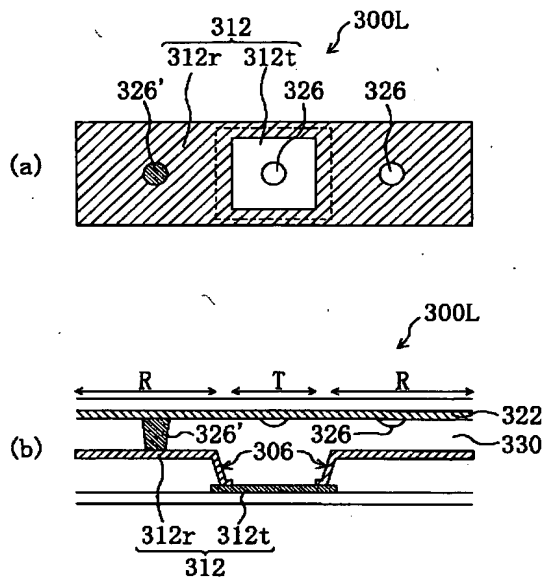


【図38】

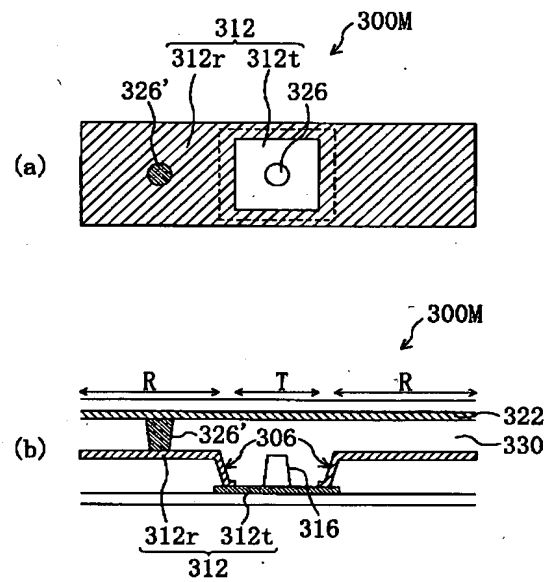


(30)

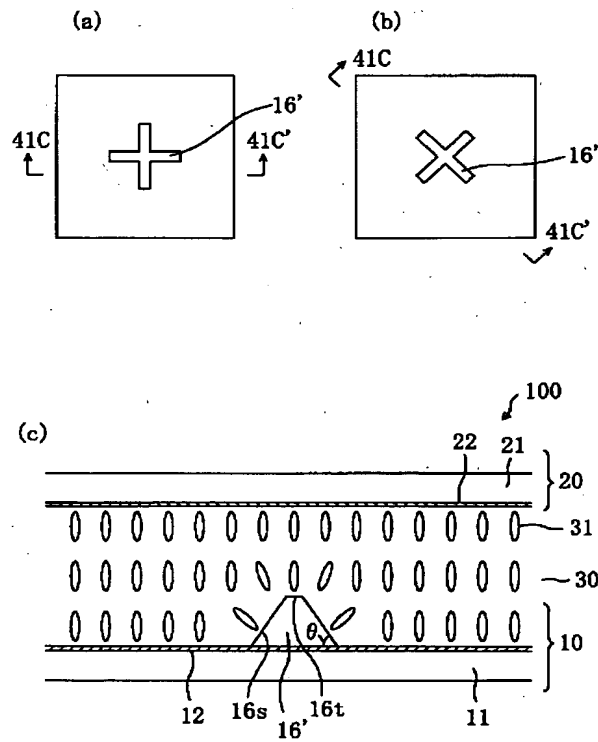
【図39】



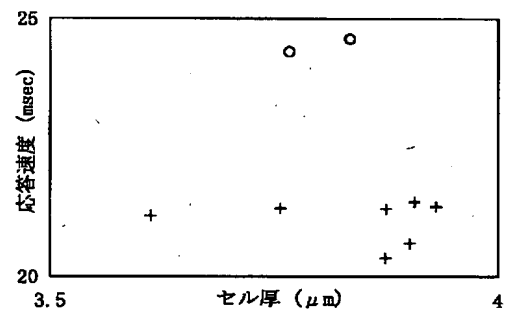
【図40】



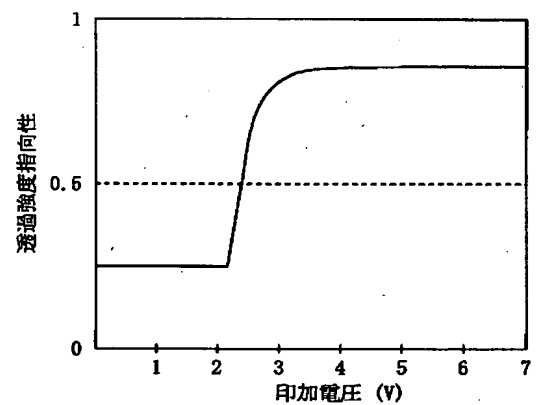
【図41】



【図42】



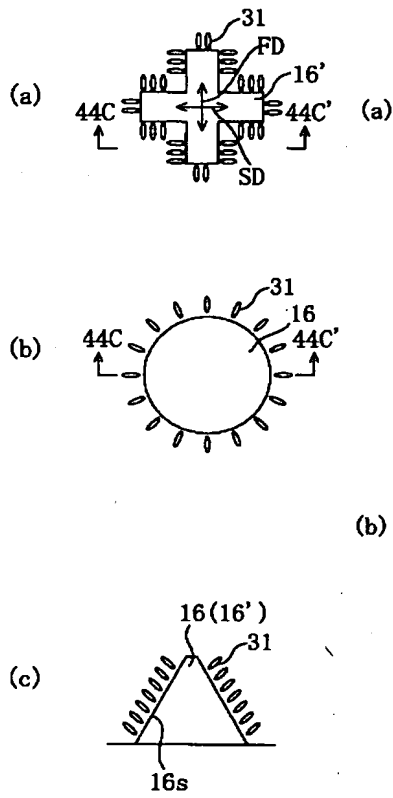
【図43】



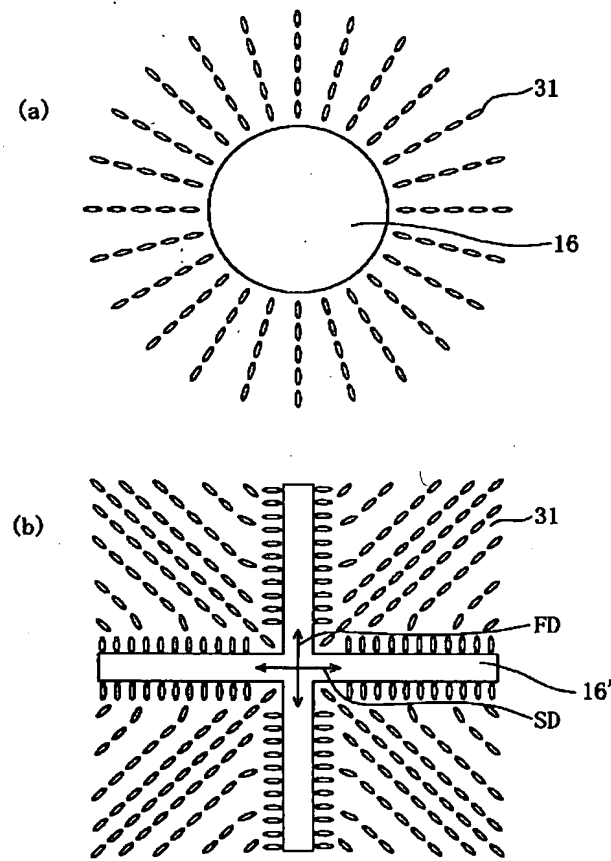


(31)

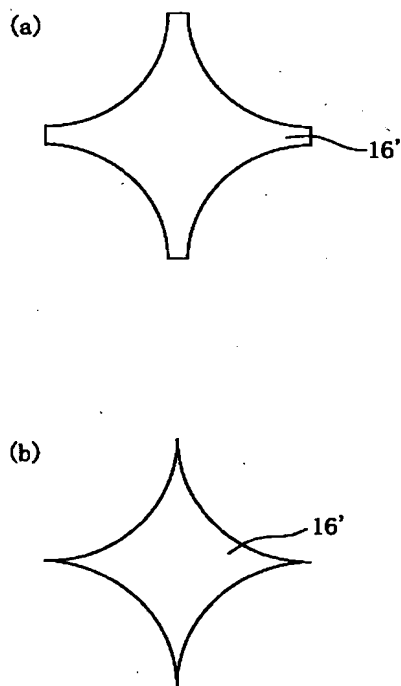
【図44】



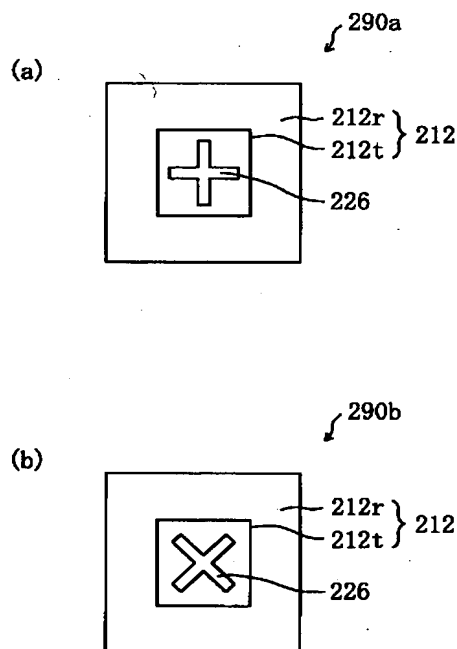
【図45】



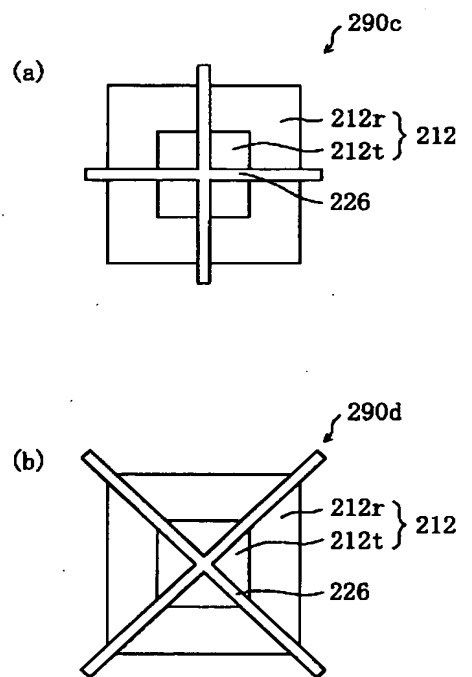
【図46】



【図47】

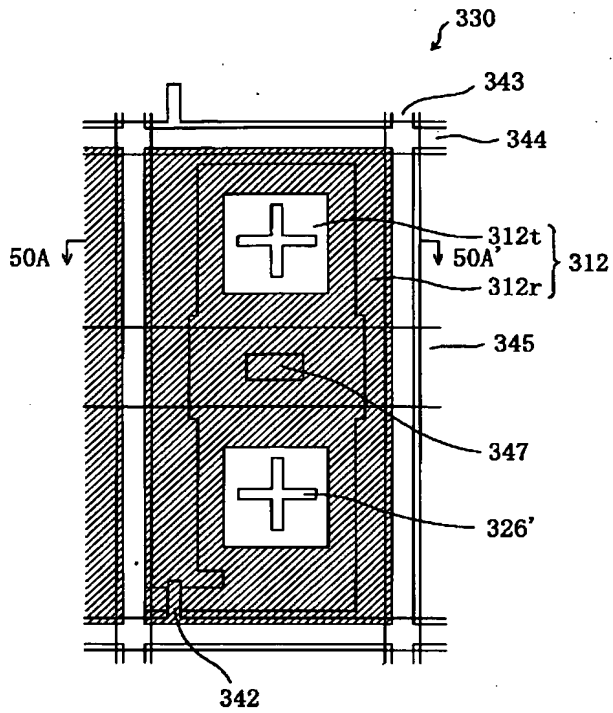


【図48】

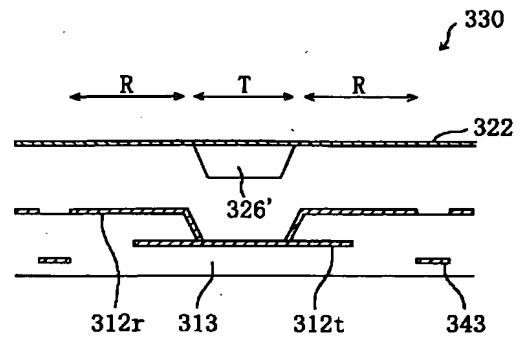


(32)

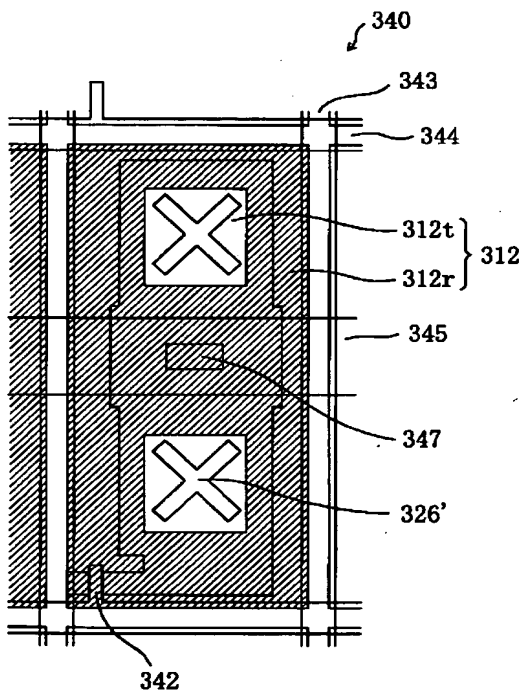
【図49】



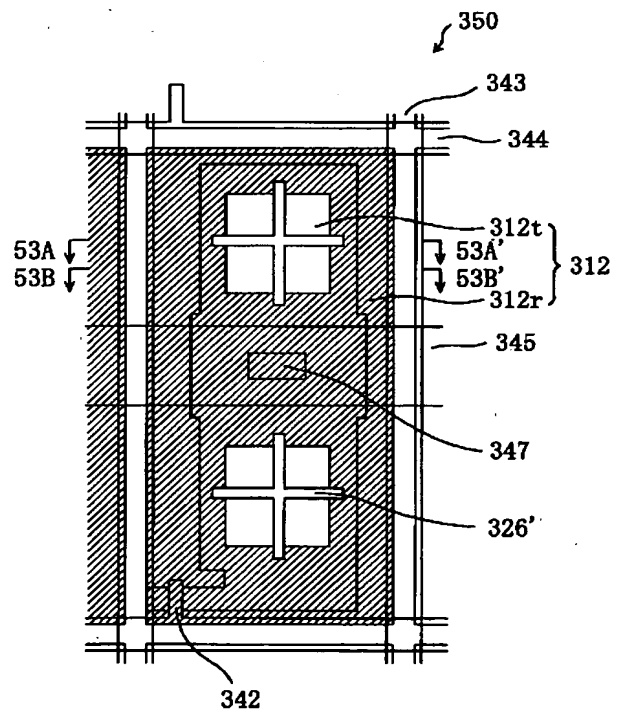
【図50】



【図51】

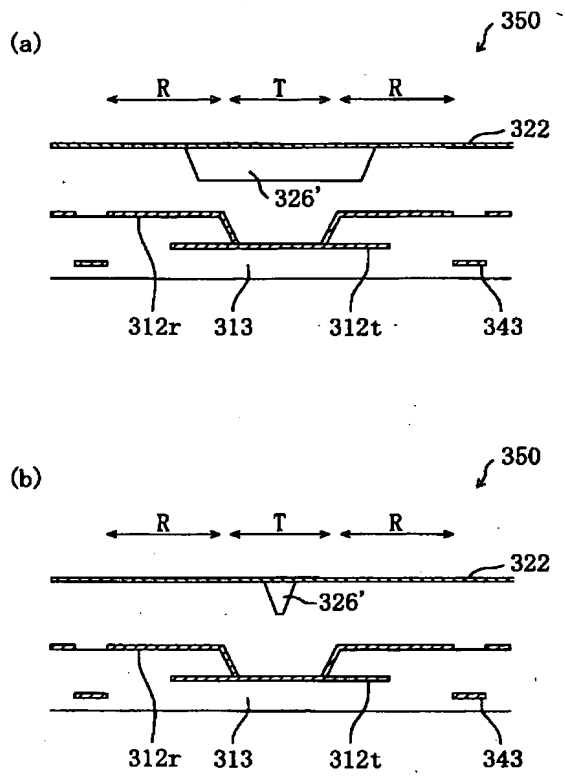


【図52】

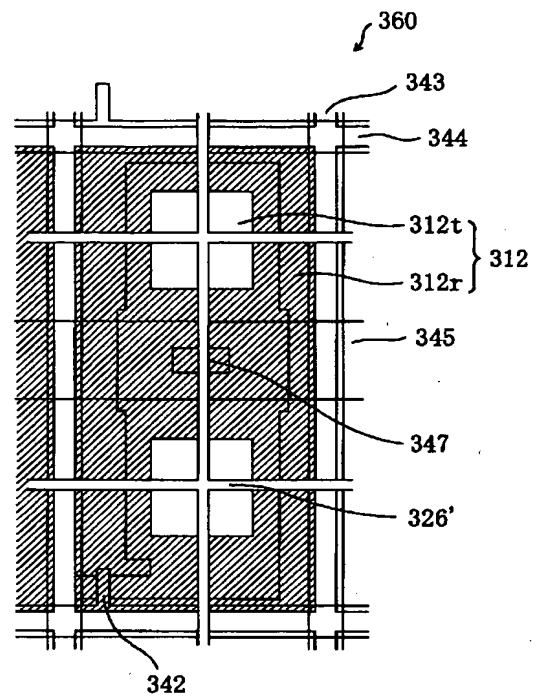


(33)

【図53】

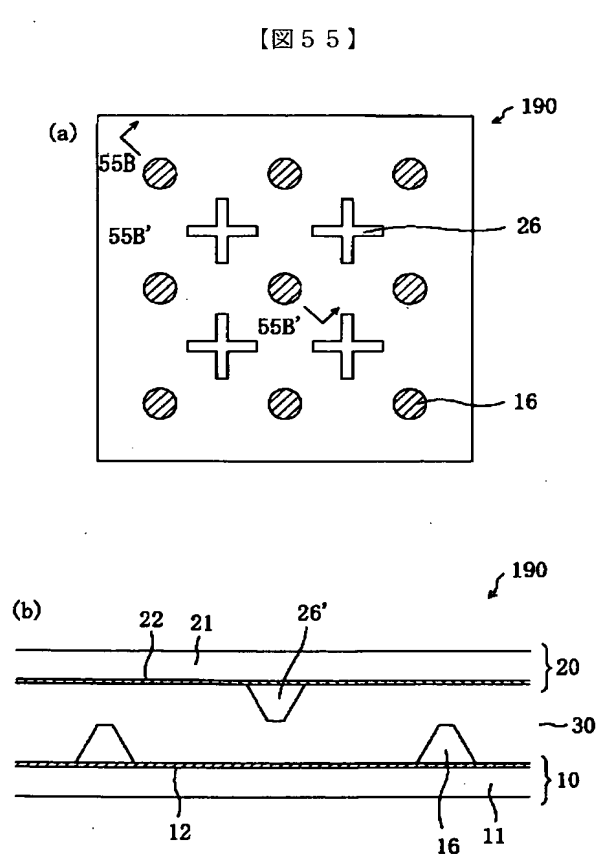


【図54】

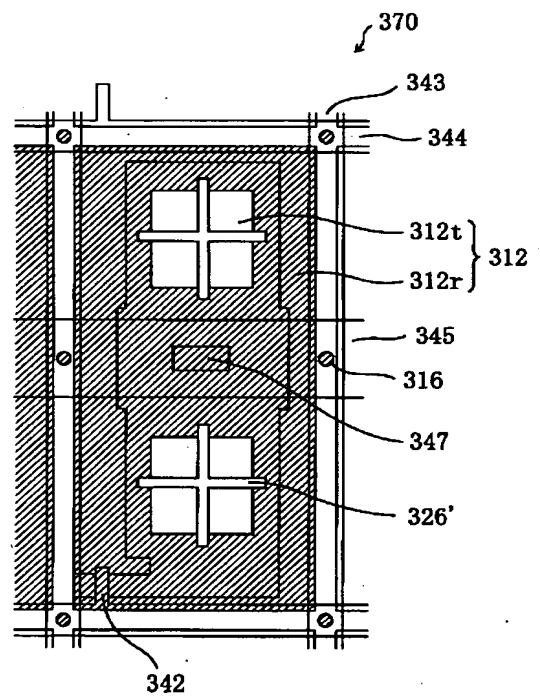


【図56】

【図55】



【図57】



(34)

## フロントページの続き

Fターム(参考) 2H090 JB02 KA05 KA07 KA08 LA02  
LA04 LA05 LA06 LA09 LA15  
MA01 MA05 MA10  
2H091 FA02Y FA08X FA08Z FA11X  
FA11Z FA35Y GA01 GA08  
GA13 HA07 HA09 HA10 LA30  
2H092 GA05 GA14 JA03 JA24 JA41  
NA25 PA01 PA02 PA03 PA08  
PA09 PA10 PA11 QA07 QA09  
QA10